



**TIAGO MANUEL DE  
SOUSA HENRIQUES**

**IMPLEMENTAÇÃO DO TPM NA EMPRESA OLIVEIRA  
& IRMÃO, S.A.**



**TIAGO MANUEL DE  
SOUSA HENRIQUES**

**IMPLEMENTAÇÃO DO TPM NA EMPRESA OLIVEIRA  
& IRMÃO, S.A.**

Relatório de projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizado sob a orientação científica do Doutor José António de Vasconcelos Ferreira, Professor Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro.

Dedico este trabalho aos meus pais, irmãos e amigos por me terem apoiado ao longo desta etapa tão importante.

## **o júri**

presidente

**Prof. Doutor Carlos Manuel dos Santos Ferreira**  
professor associado c/ agregação da Universidade de Aveiro

**Prof. Doutor Cristóvão Silva**  
professor auxiliar da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

**Prof. Doutor José António de Vasconcelos Ferreira**  
professor auxiliar do Departamento de Economia, Gestão e Engenharia Industrial da Universidade de Aveiro

## **agradecimentos**

Em primeiro lugar gostaria de agradecer à Oliveira & Irmão, S.A. a oportunidade que me deu de realizar o meu estágio curricular. Agradeço em especial ao departamento de Manutenção Industrial, com o qual colaborei ao longo de oito meses.

Ao meu orientador da Universidade de Aveiro, Professor Doutor José Vasconcelos Ferreira, pela sua disponibilidade, apoio, orientação e ensinamentos prestados.

Agradeço aos engenheiros Filipe Santos e Vítor Alves, por todos os ensinamentos prestados e apoio constante. Agradeço aos constituintes do Departamento de Manutenção Industrial pela amizade e camaradagem.

Finalmente, um agradecimento muito especial à minha família e amigos que estiveram sempre disponíveis para ajudar, dar apoio e força.

## palavras-chave

Manutenção, Total Productive Maintenance, Gestão Visual, 5S, ciclo PDCA, Eficiência Global do Equipamento

## resumo

Num mercado cada vez mais competitivo e industrializado, é essencial que as empresas se mentalizem que o caminho a seguir deve passar pela aposta da otimização dos seus processos produtivos, diminuição de custos e aumento da qualidade de produtos. A manutenção sofreu uma grande evolução na estrutura das empresas, e tem cada vez mais um papel determinante para o desempenho das mesmas.

Foi essencialmente da aplicação e evolução de conceitos como a manutenção curativa, preventiva e preditiva que nasceu o conceito de TPM – *Total Productive Maintenance*. Implementada no Japão, é uma metodologia que se baseia em ações de eficiência global dos equipamentos, tirando destes o máximo desempenho. A aplicação do TPM requer um envolvimento de todos, desde a administração até aos operadores.

Ao nível da utilização de ferramentas de apoio à implementação do TPM recorreu-se aos 5S's, ciclo PDCA e Gestão Visual. Aplicação dos 5S's na organização dos equipamentos e zonas de trabalho envolvente. Ciclo PDCA na definição de objetivos para a resolução de problemas tentando sempre procurar uma solução ideal. A Gestão Visual no apoio para aumentar a eficiência e eficácia de operações.

O objetivo deste projeto passa por implementar e acompanhar a implementação do TPM na empresa Oliveira & Irmão, S.A..

**keywords**

Maintenance, Total Productive Maintenance, Visual Management, 5S, PDCA cycle, Overall Equipment Efficiency

**abstract**

In an more and more competitive and industrialized market, it is essential that companies realize that the way forward must pass through optimizing their production processes, reducing the costs and increasing product quality. The maintenance has suffered a great evolution in the structure of companies, and has an increasingly important role for the performance of them.

Was essentially from the application and development of concepts such as maintenance curative, preventive and predictive that was born the concept of TPM - Total Productive Maintenance. Deployed in Japan, it's an approach that relies on actions on overall efficiency of the equipment's, getting from these the highest performance possible. The application of TPM requires the involvement of all employees, through all the company, from administration, to the different operators.

Regarding the use of tools to support the implementation of TPM, it was used tools such as 5S, Visual Management and PDCA cycle. Application of 5S and in the equipment's organization and work areas surrounding. PDCA cycle in setting goals for the resolution of problems, always trying to look for an optimal solution. The Visual Management as support to increase the efficiency and effectiveness of operations.

The purpose of this project is to implement and monitoring TPM in the Portuguese company Oliveira & Irmão, S.A..

## Índice

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO DO TRABALHO .....	1
1.2. APRESENTAÇÃO DO TEMA .....	1
1.3. ESTRUTURA DO RELATÓRIO .....	2
2. A MANUTENÇÃO INDUSTRIAL.....	3
2.1. EVOLUÇÃO HISTÓRICA E CONCEITOS .....	3
2.1.1. TIPOS DE MANUTENÇÃO.....	5
2.1.2. CUSTOS IMPLÍCITOS À MANUTENÇÃO .....	8
2.1.3. INDICADORES DE MANUTENÇÃO.....	9
2.2. TPM – <i>TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE</i> .....	11
2.2.1. PRINCÍPIOS DO TPM .....	12
2.2.2. ELIMINAÇÃO DE PERDAS .....	14
2.2.3. OS OITO PILARES DO TPM.....	15
2.2.4. IMPLEMENTAÇÃO DO TPM.....	18
2.2.5. O RENDIMENTO GLOBAL DOS EQUIPAMENTOS.....	23
2.3. FERRAMENTAS COMPLEMENTARES DE MELHORIA .....	25
2.3.1. OS CINCO “S” .....	25
2.3.2. CICLO PDCA.....	26
2.3.3. GESTÃO VISUAL.....	28
3. CASO DE ESTUDO: A OLIVEIRA & IRMÃO, S.A.....	29
3.1. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA .....	29
3.1.1. INSTALAÇÕES .....	30
3.1.2. PRODUTOS .....	30
3.1.3. MERCADOS E DADOS ECONÓMICOS .....	31
3.1.4. ESTRUTURA DA EMPRESA.....	32
3.2. A ÁREA DA MANUTENÇÃO .....	33



3.2.1.	ÂMBITO.....	33
3.2.2.	FUNCIONAMENTO .....	34
3.2.3.	CRITÉRIOS DE INTERVENÇÃO DA MANUTENÇÃO.....	37
3.3.	OBJETIVOS E METODOLOGIA DE IMPLEMENTAÇÃO DO TPM.....	39
4.	RESULTADOS OBTIDOS .....	41
4.1.	DECISÕES PRÉVIAS.....	41
4.2.	APLICAÇÃO DOS OITO PILARES DO TPM E RESULTADOS .....	43
4.2.1.	FORMAÇÃO E DESENVOLVIMENTO .....	43
4.2.2.	MANUTENÇÃO AUTÓNOMA.....	43
4.2.3.	MELHORIA INDIVIDUAL DO EQUIPAMENTO.....	48
4.2.4.	MANUTENÇÃO PLANEADA .....	50
4.2.5.	CONTROLO INICIAL DE EQUIPAMENTOS.....	51
4.2.6.	MANUTENÇÃO DA QUALIDADE .....	52
4.2.7.	SEGURANÇA, HIGIENE e AMBIENTE .....	52
4.2.8.	TPM NOS DEPARTAMENTOS .....	53
4.3.	OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS .....	53
5.	CONCLUSÃO.....	61
5.1.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	61
5.2.	PRESPECTIVAS DE TRABALHO FUTURO .....	62
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65

## Índice de Figuras

Figura 1 - Classificação de manutenção (European Standard EN 13306, 2001) .....	6
Figura 2 - <i>Iceberg</i> dos custos associados à manutenção (Cabral, 2006) .....	8
Figura 3 – Ferramenta <i>lean</i> : 5S (DQS eSolutions, 2012) .....	25
Figura 4 - Ciclo PDCA ou de Deming (Luis Figaro, 2012) .....	27
Figura 5 - A gestão visual na separação de resíduos (Meu Puff Ecológico, 2012) .....	28
Figura 6 - Vista aérea da Oliveira e Irmão S.A. ....	29
Figura 7 - <i>Layout</i> da empresa .....	30
Figura 8 - Produtos fabricados na Oliveira & Irmão .....	31
Figura 9 - Organigrama da empresa Oliveira & Irmão .....	32
Figura 10 - Organigrama do departamento de Manutenção Industrial.....	33
Figura 11 - Fluxograma de funcionamento do departamento de Manutenção Industrial ..	35
Figura 12 - Implementação das "Etiquetas vermelhas" e Limpeza do Equipamento .....	44
Figura 13 - Acesso ao motor e melhoria na sua ventilação .....	45
Figura 14 - Criação de normas para os exemplos apresentados .....	46
Figura 15 - Plano de manutenção autónoma e etiquetas auxiliares .....	47
Figura 16 - Posto de limpeza; Organização mãos do robot; Organização de sobresselentes e ferramenta.....	48
Figura 17 - Implementação de mantas térmicas na camara de injeção.....	49
Figura 18 - Estudo de melhoria para alocação da depuradora de óleo .....	50
Figura 19 – Gráfico do OEE, dos equipamentos em Dezembro de 2011 .....	54
Figura 20 - Evolução gráfica do OEE do equipamento A .....	55
Figura 21 - Evolução gráfica do OEE do equipamento B .....	56
Figura 22 - Evolução gráfica do OEE do equipamento C .....	57
Figura 23 - Evolução gráfica do OEE do equipamento D .....	58

## **Índice de Tabelas**

Tabela 1- Valores iniciais do OEE dos equipamentos em Dezembro de 2011 .....	54
Tabela 2 - Evolução do OEE do equipamento A .....	55
Tabela 3 - Evolução do OEE do equipamento B .....	56
Tabela 4 - Evolução do OEE do equipamento C .....	57
Tabela 5 - Evolução do OEE do equipamento D .....	58

# **1. INTRODUÇÃO**

## **1.1. CONTEXTUALIZAÇÃO DO TRABALHO**

O presente relatório tem como finalidade descrever o trabalho efetuado no âmbito da cadeira de Dissertação/Projeto/Estágio inserida no plano curricular do Mestrado de Engenharia e Gestão Industrial na Universidade de Aveiro.

O projeto foi desenvolvido na empresa Oliveira & Irmão, S.A., com sede na zona industrial de Esgueira, no distrito de Aveiro. A atividade principal da empresa é a produção de autoclismos em plástico e de componentes para autoclismos cerâmicos.

A manutenção é uma atividade de grande importância no seio da empresa. Atualmente, existem planos de manutenção preventiva a realizar aos equipamentos. Contudo, existem também atividades que podem ser desenvolvidas pelos próprios operadores a fim de evitar avarias e consequentes paragens dos equipamentos.

O trabalho realizado centra-se na implementação, acompanhamento e evolução de uma ferramenta de filosofia *Lean*, o TPM - *Total Productive Maintenance*.

## **1.2. APRESENTAÇÃO DO TEMA**

A indústria tem vindo ao longo do tempo a reinventar-se, tanto nos produtos que comercializa, como nos seus processos de fabrico, na organização de informação, no controlo de qualidade, e tudo o demais que a constitui. O pensamento de que se atingiu a perfeição e de que nada mais há a fazer para se melhorar pode levar ao declínio de uma empresa.

O pensamento *Lean* surgiu no final do século XX na indústria automóvel, e veio trazer uma nova linha de pensamento revolucionária, introduzindo novos conceitos, que rapidamente foram sendo copiados e adaptados à realidade de muitas empresas nos mais variados setores de negócio. O nível de competitividade crescente a uma escala global assim o exigiu, levando a que administradores e responsáveis de empresas

investissem na eliminação de desperdício e alterassem métodos tradicionais relativos à produção ou à qualidade.

O estado de conservação dos equipamentos sempre esteve associado a vários tipos de desperdício. Com o evoluir da industrialização, a manutenção foi ganhando importância, tornando-se cada vez mais uma parte integrante e reconhecida como uma tarefa essencial no seio de uma organização. Hoje em dia, é tida como uma forte aliada, quer no aumento da eficiência do processo produtivo quer na redução de custos. Deixou de ter a finalidade apenas da intervenção e reparação de equipamentos e passou a ser considerada como uma ferramenta de gestão de processos.

A passagem para um modelo de manutenção preventiva surgiu como um fator de melhoria fundamental para três objetivos fulcrais de uma organização: qualidade elevada, aumento da capacidade de produção e redução de custos. O TPM (*Total Productive Maintenance*) é uma metodologia que foi implementada pelos japoneses (*JIPM – Japan Institute of Plant Maintenance*) e que se traduz na eficiência global dos equipamentos, procurando tirar destes o máximo desempenho.

### **1.3. ESTRUTURA DO RELATÓRIO**

O presente relatório encontra-se distribuído pelos restantes quatro capítulos. O segundo capítulo visa explicar o conceito da manutenção industrial e qual a importância da implementação do TPM no seio de uma organização.

O capítulo três é iniciado com uma apresentação sucinta da empresa Oliveira e Irmão, S.A., seguindo-se-lhe a caracterização do problema e a descrição da metodologia adotada.

No quarto capítulo, estão contemplados os resultados obtidos na aplicação da metodologia descrita no capítulo anterior.

No quinto e último capítulo faz-se uma síntese do trabalho realizado e sugerem-se futuros desenvolvimentos.

## **2. A MANUTENÇÃO INDUSTRIAL**

### **2.1. EVOLUÇÃO HISTÓRICA E CONCEITOS**

O Homem, desde sempre, sentiu a necessidade de preservar os seus equipamentos. Logo desde a criação das primeiras ferramentas rudimentares para facilitar as suas atividades, procedendo a tarefas de substituição, correção e reparação. A perceção de que uma correta manutenção permitiria ao equipamento apresentar uma maior durabilidade, assim como obter melhores resultados na operação ao qual estava destinado, fez da manutenção uma tarefa de extrema importância.

O conceito de manutenção surge por volta do século XIV, mas é com a revolução Industrial no século XVIII, e devido ao progresso tecnológico e a novas técnicas de produção, que se realizaram estudos de produtividade sobre diferentes aspetos.

O pós-guerra estabeleceu um desenvolvimento significativo nos ambientes industriais e como tal os equipamentos fabris também sofreram grandes evoluções. Os constituintes apresentados por um dado equipamento, cada vez mais evoluído e robusto, e a incidência que a manutenção passou a ter nas falhas de produção, custos sobre produtos e prazos de amortização cada vez mais reduzidos, tornaram-na numa atividade industrial com elevada importância.

Sampaio (2001) refere que a manutenção evolui do simples conceito de reparação, onde ocorria intervenção em caso de avaria, para um conceito de manutenção planeada para evitar avarias.

Segundo Guiselini (2009), a evolução da manutenção pode dividir-se em 7 fases:

#### **1ª Fase – Pré manutenção (Século XVIII)**

Não existiam equipas de trabalho destinadas à manutenção, devido às paragens não acarretarem grandes custos. Era o operador a proceder às próprias reparações.

#### **2ª Fase – Primeiras equipas de trabalho (Século XIX)**

Com o aparecimento da eletricidade, máquinas e motores a vapor surgem as primeiras equipas de trabalho destinadas a realizar manutenção.

### **3ª Fase – Reparação de avarias (1900 a 1920)**

Com a Primeira Guerra Mundial, surgem as primeiras unidades fabris industrializadas, e como as paragens das máquinas afetavam fortemente a produção, criaram-se equipas de trabalho focadas na manutenção corretiva.

### **4ª Fase – Evitar avaria (1920 a 1950)**

Com a Segunda Guerra Mundial, deu-se um grande impulso tecnológico, e com ele surge a necessidade de prevenir avarias.

### **5ª Fase – Racionalização (1950 a 1970)**

Surge a primeira crise petrolífera e consequentemente dá-se um aumento dos custos. Estes acontecimentos levam ao aparecimento da Engenharia de Manutenção, e começa-se a ter em consideração os custos envolventes.

### **6ª Fase – Manutenção produtiva total (1970 a 1980)**

Primeiras grandes unidades fortemente industrializadas. Surgem as primeiras técnicas Japonesas, e é focada a importância de produção e manutenção andarem de “braço dado”.

### **7ª Fase – Manutenção baseada na confiabilidade (1980 até hoje)**

O nível tecnológico atual e o aumento de fiabilidade dos equipamentos. Surgem preocupações a nível ambiental e segurança, e aspetos de questão jurídicas e legais.

Entende-se por manutenção “*a combinação de todas as ações técnicas, administrativas e de gestão durante o ciclo de vida de um bem, destinadas a mantê-lo ou repô-lo num estado em que possa cumprir a função requerida*”, e entendendo-se por “*bem qualquer elemento, componente, aparelho, subsistema, unidade funcional, equipamento ou sistema que possa ser considerado individualmente*”. Numa abordagem mais prática, a manutenção trata de manter os equipamentos de um Parque com capacidade para que estes cumpram a função para a qual foram designados, procurando conservar e prolongar a vida operacional do mesmo. Outros pontos que devem ser tidos em conta passam pela otimização da sua disponibilidade e os custos efetivos (Cabral, 2006).

Para que se possam alcançar as metas anteriormente descritas é preciso reunir e dar a conhecer as condições ideais de funcionamento, que passam, por exemplo, pelo

destaque da importância da manutenção dos equipamentos, com a atualização, controle e verificação de práticas de trabalho para uma melhor integração de novos meios tecnológicos, por oferecer boas condições de trabalho aos colaboradores e dotá-los de novos conhecimentos técnicos em áreas como segurança, saúde e meio ambiente, e por adotar normas e standards que já se encontrem estabelecidos e criar outras para situações específicas e/ou que a própria empresa considere relevantes.

Segundo Cabral (2006) existem três conceitos que acompanham a definição de manutenção:

**Avaria:** Cessão da aptidão de um bem para cumprir uma função requerida (Cabral, 2006).

**Manutibilidade:** Aptidão de um bem sob condições de utilização definidas de ser mantido ou reposto num estado em que possa cumprir uma função requerida depois de lhe ser aplicada manutenção em condições determinadas, utilizando procedimentos e meios descritos (Cabral, 2006).

**Fiabilidade:** Aptidão de um bem para cumprir uma função requerida sob determinadas condições durante um dado intervalo de tempo (Cabral, 2006).

### 2.1.1. TIPOS DE MANUTENÇÃO

A manutenção é, na sua essência, “a prestação de um serviço”, que é solicitado pelos mais diferentes departamentos de uma empresa. Este serviço que é prestado, dependendo das ocorrências e da sua finalidade, pode ser designado de diferentes formas, ou “Filosofias de Manutenção”.

Segundo Pinto e Xavier (1999), a divisão da manutenção pode ser estruturada nas seguintes “Filosofias de Manutenção”: Manutenção Corretiva, Manutenção Preventiva, Manutenção Preditiva e Engenharia da Manutenção.

Ao analisar-se a norma europeia (European Standard EN 13306, 2001), verifica-se que existe uma divisão da manutenção em dois grandes grupos, que se encontram subdivididos, como representado na Figura 1.



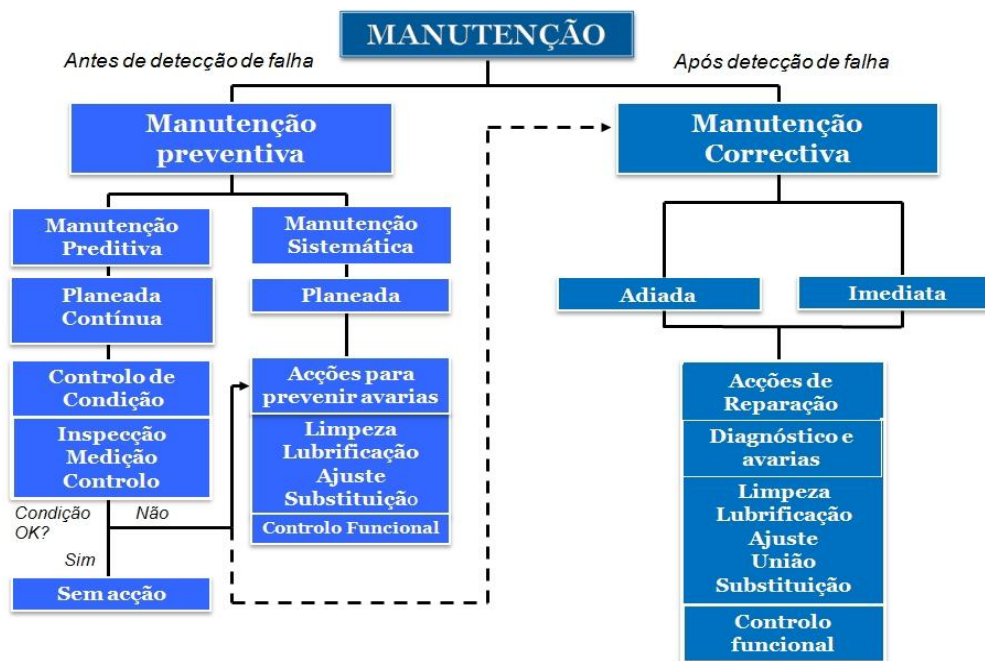


Figura 1 - Classificação de manutenção (European Standard EN 13306, 2001)

## MANUTENÇÃO CORRETIVA

As intervenções de manutenção efetuam-se após a ocorrência/deteção e, em muitos dos casos, em situação de emergência, de uma anomalia ou avaria. Por sua vez, a manutenção efetuada, destina-se a repor as condições nominais, ou seja, num estado capaz de realizar as funções requeridas. Em muitas situações, este tipo de intervenção, serve apenas para garantir a continuação do funcionamento equipamento, sendo de domínio temporário, que se designa de manutenção curativa (Cabral, 2006).

A manutenção corretiva pode dividir-se em dois tipos:

- **Adiada:** a intervenção para reparação não ocorre de imediato porque existe uma alternativa substituta ou a produção não o exige.
- **Imediata:** a intervenção para reparação ocorre imediatamente, sendo o equipamento tido como crítico pois pode, por exemplo, provocar a paragem de linhas de montagem.

## MANUTENÇÃO PREVENTIVA

As intervenções de manutenção efetuam-se de forma planeada e programada, para que sejam devidamente preparadas e para que a execução anteceda o provável

aparecimento de uma avaria. Um outro objetivo da manutenção preventiva passa por diminuir a degradação do equipamento, aumentando assim o seu tempo de funcionamento. Este tipo de manutenção baseia-se em referências e/ou dados fornecidos pelos fabricantes dos equipamentos. Através da avaliação do histórico do equipamento, e criação de um modelo/programa que permita criar um calendário com determinada periodicidade, para intervenção no equipamento (Cabral, 2006).

Segundo Zaions (2003), o principal objetivo é maximizar a utilização do equipamento para produção, reduzindo tempos de paragem e custos de manutenção. Para Smith (1993) e Pallarchio (2001), a maior dificuldade da manutenção preventiva está na definição da frequência para a operação de manutenção que um determinado equipamento deve ter.

### **Manutenção Preventiva Sistemática**

Na manutenção preventiva sistemática, são realizados estudos, através da análise do histórico de avarias do equipamento, taxa de utilização do equipamento e segundo recomendações do fabricante, para determinar períodos de revisão ou reparação. É necessário sempre estabelecer parâmetros de intervenção como custos e prazos (Cabral, 2006).

### **Manutenção Preditiva ou Manutenção Condicionada**

É baseada no conhecimento do estado real dos equipamentos, através da implementação de um sistema de controlo da condição. A intervenção da manutenção no equipamento em vez de ser feita em intervalos de tempo fixos, é feita em intervalos de tempo variáveis. De um modo geral este, tipo de manutenção requer que sejam efetuadas inspeções em intervalos fixos a um equipamento (Cabral, 2006).

Algumas das técnicas utilizadas são:

- Termografia.
- Análise de vibrações.
- Medições ultrassónicas.
- Análise de lubrificantes.
- Análise de parâmetros de rendimento.
- Inspeção visual.

Segundo Wireman (1998) este tipo de manutenção apesar de ser uma mais-valia, não é capaz de retirar da sua aplicação todas as vantagens possíveis. Defende ainda que a sua aplicação requer elevados recursos de análise dos equipamentos e formação especializada dos operadores.

### 2.1.2. CUSTOS IMPLICITOS À MANUTENÇÃO

Segundo Mirshawka (1991), os custos de manutenção não se encontram apenas na mão-de-obra, ferramentas, instrumentos e material de reparação, que são a ponta do *iceberg*. Existe uma grande variedade de custos que não são diretamente visíveis e que advêm da indisponibilidade do equipamento, como representado na Figura 2.

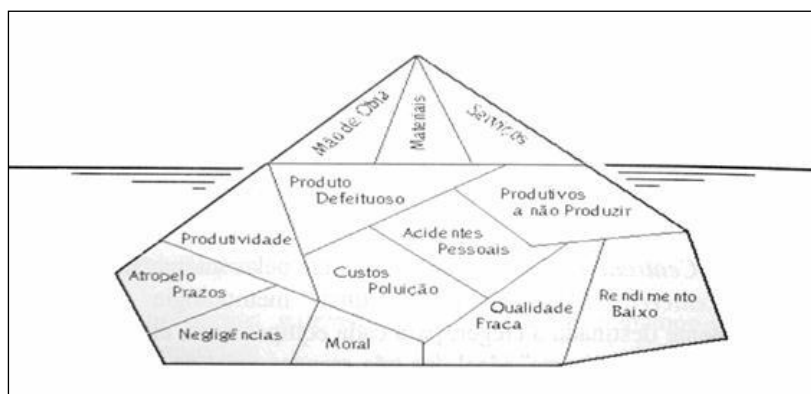


Figura 2 - *Iceberg* dos custos associados à manutenção (Cabral, 2006)

Pode-se considerar a existência de três tipos de custos (Pinto e Xavier, 1991): custos diretos, custos indiretos e custos com perdas de produção.

#### **Custos diretos (ou custos contabilísticos)**

Os custos diretos distribuem-se pelos seguintes três categorias (Cabral, 2006):

Mão-de-obra (horas de um determinado técnico e seu respetivo custo padrão)

Materiais (custo de componentes retirados de armazém e/ou compradas e aplicadas.

Serviços (Custo aplicados sobre terceiros (subcontratação)).

## **Custos indiretos**

Custo que surjam, pela unidade fabril não se encontrar no seu perfeito estado de funcionamento.

## **Custos em perdas de produção**

Custos associados a paragens nos equipamentos e, conseqüentemente, paragem de produção. São identificados vários fatores que aumentam os custos de produção:

- Má organização da manutenção.
- Má conceção/definição de projetos.
- Deficiente implementação do equipamento.
- Falta de documentação dos equipamentos.
- Inexistência de manutenção preventiva.
- Dificuldade na subcontratação de serviços.
- Especificações de materiais desatualizados ou inexistentes.

### **2.1.3. INDICADORES DE MANUTENÇÃO**

Um indicador relata a indicação sobre uma determinada característica ou acontecimento. No âmbito da manutenção é importante para a análise perceber a frequência de avarias que apresenta um equipamento num dado período e perceber a qualidade e rapidez do serviço de manutenção que é prestado

#### **TAXA DE AVARIAS ( $\lambda$ )**

É obtida pela razão entre o número de avarias ocorridas por unidade de utilização ou período e representa a capacidade de um equipamento desempenhar a sua função (Cabral, 2006).

## **MTBF – MEAN TIME BETWEEN FAILURES**

O MTBF exprime o tempo médio de bom funcionamento, ou seja, representa o tempo médio que decorre entre uma avaria e a próxima. Este indicador permite avaliar a fiabilidade do equipamento (Cabral, 2006).

## **MTTR – MEAN TIME TO REPAIR**

O MTTR exprime o tempo médio de reparação, ou seja, representa o tempo a partir do qual ocorre a avaria no equipamento e a sua reparação, ficando o equipamento em condições de laborar novamente. Este permite avaliar a rapidez e grau de facilidade com que a avaria é reparada (produtividade do técnico) (Cabral, 2006).

## **MWT – MEAN WAITING TIME**

O MWT exprime o tempo médio de espera, ou seja, mede as condições no atendimento do técnico de manutenção às situações de avaria. Um maior tempo de reação implica um maior custo e uma menor disponibilidade do equipamento (Cabral, 2006).

## **DISPONIBILIDADE**

A norma europeia (European Standard EN 13306, 2001), define *“disponibilidade como a aptidão de um bem para estar em estado de cumprir uma função requerida em condições determinadas, num dado instante ou em determinado intervalo de tempo, assumindo que é assegurado o fornecimento dos necessários meios externos”*

Este indicador é calculado através da seguinte expressão (Cabral, 2006):

$$\text{Disponibilidade: } \text{MTBF} / (\text{MTBF} + \text{MTTR} + \text{MWT})$$

## 2.2. TPM – TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE

O TPM (*Total Productive Maintenance* – Manutenção Produtiva Total) surgiu no mundo industrial após a Segunda Guerra Mundial, através da evolução de conceitos como a manutenção curativa, preventiva e preditiva, entre outros.

Após o ano de 1951 começou a praticar-se a manutenção preventiva nos Estados Unidos da América. Até então, era apenas aplicado o conceito manutenção curativa/corretiva, que acontecia após a falha/avaria. O Japão introduziu a metodologia de manutenção preventiva nas suas unidades industriais, após visita a instalações fabris dos Estados Unidos da América, mas sentiu a necessidade e oportunidade da sua evolução. Nesse seguimento, outras metodologias foram surgindo, como é o caso da manutenção de melhoria e, seguidamente, a prevenção da manutenção.

O Japão, que fora fortemente atingido pela guerra, mobilizou-se para consciencialização do seu povo. Era necessário tomar medidas devido ao novo cenário económico do pós-guerra que estava a surgir, pelo que a importância da qualidade era determinante para a sobrevivência. Produzir deixou de ser apenas suficiente. Era preciso produtividade, garantindo qualidade, preço competitivo e cumprir prazos de entrega. Os japoneses foram pioneiros na procura de novas filosofias e metodologias de gestão para irem ao encontro da redução de custos, eliminação de desperdício e melhoria de processos.

E foi assim, que no início da década de 70, no Japão, através da empresa *Dippon Denso* pertencente ao grupo Toyota, era introduzido pela primeira vez o TPM. A empresa viu reconhecida a sua metodologia ganhando o “*PM Award*”, prémio atribuído pelo JIPE (*Japan Institute of Plant Engineers*). A partir desse momento, o JIPE promoveu a metodologia e investiu no seu desenvolvimento, sucedendo-lhe o JIPM (*Japan Institute of Plant Maintenance*).

Devido ao progresso a que se assistia no Japão, nas décadas 70 e 80, surgiu o interesse de muitos Estados nas suas técnicas dirigidas à produtividade, incluindo o TPM. Em 1991, o JIPM realizou o primeiro congresso Mundial de TPM, com participantes vindos de 100 empresas e 22 países diferentes. O foco desse congresso centrou-se em estabelecer uma ligação entre qualidade e manutenção, e num caso apresentado pela Volvo, através

do qual se introduziu o conceito de “manutenção autónoma”, segundo Robison e Ginder (1995).

À medida que os resultados da implementação do TPM iam sendo relatados e comprovados por diversas empresas, muitas outras começaram a adotar a metodologia. Muitas empresas implementavam numa das suas fábricas e, depois do sucesso nessa, implementavam nas restantes filiais espalhadas por diferentes países. A troca de ideias e de experiências, é um motor para a continuação do desenvolvimento da metodologia.

O JIPM continua a atribuir anualmente prémios de reconhecimento às empresas que implementem o TPM alcançando a excelência.

### **2.2.1. PRINCIPIOS DO TPM**

Segundo o JIPM (2000), o TPM pode ser apresentado em três fases distintas. Uma primeira quando é iniciado no Japão, com a atenção centrada na produção, caracterizado por “zero falhas” e assente em 5 pilares. A segunda fase acontece em 1989, com o aperfeiçoamento da primeira, estendendo-se a aplicação do TPM a toda a empresa e assentando-o em oito pilares, com o objetivo de atingir “zero perdas”. A terceira fase ocorre em 1997 e aponta para a satisfação global, com aumento do rendimento e redução de custos, assente também em 8 pilares.

A implementação da metodologia TPM, procura aumentar a eficiência de toda a unidade fabril e dos seus equipamentos. O uso da manutenção autónoma, onde são os próprios operários que praticam rotinas de inspeção, lubrificação e limpeza. Cultivar estas operações é importante para que ao conhecer melhor o seu equipamento, o operador desenvolva capacidades de encontrar e resolver anomalias. Este conhecimento tão próximo do equipamento permite ao operador identificar potenciais melhorias no sentido de aumentar o seu rendimento quer a níveis de produtividade e qualidade, e reduzir custos (consumos, tempo de ciclos, entre outros).

Estas medidas tem cariz preventivo para que o risco de falhas ou avaria no equipamento diminua, sendo o objetivo obter “Zero perdas”. Para se obter o êxito na aplicação do TPM, é necessário em primeiro lugar o envolvimento de todos os colaboradores, desde

administração até aos operadores, e em segundo, a criação de condições para uma correta implementação.

Segundo Takahashi e Osada (1993), o TPM é um conjunto de atividades de gestão direcionadas para os equipamentos, tendo como principal objetivo a sua máxima utilização, sendo que para tal é necessário o envolvimento de todos os funcionários.

Para Imai (1990), o TPM é um método de gestão, que tem como finalidade a identificação e eliminação de perdas existentes durante o processo produtivo, a maximização na utilização dos ativos industriais e garantia de produtos de alta qualidade e preços competitivos.

Segundo Suzuki (1992), o TPM garante resultados positivos, visivelmente transforma o ambiente e local de trabalho, e aumenta o nível de conhecimento e as capacidades dos colaboradores.

Segundo Nakajima (1989), cada letra do TPM tem um determinado significado, que por sua vez evidencia determinadas características.

#### **T – TOTAL**

- Eficiência Global

- Rendimento total dos equipamentos

- Abrangência de todo o ciclo de vida do produto

- Participação de todos os colaboradores da empresa

#### **P – PRODUTIVIDADE**

- Limite máximo de eficiência de produtividade

- Zero acidentes

- Zero defeitos

- Zero falhas

#### **M – MANUTENÇÃO**

- Conservar os equipamentos em condições de novos

- Ter um nível máximo de produção

- Ter um nível máximo de produtividade

- Apresentar melhorias e conservá-las



### **2.2.2. ELIMINAÇÃO DE PERDAS**

A aplicação do TPM destina-se à eliminação de grandes perdas existentes no parque industrial. Podem agrupar-se em seis grandes perdas. Estas perdas influenciam a eficiência de um equipamento, pelo que, se torna imperativo combater-las, para que o rendimento dos equipamentos seja o mais elevado possível.

#### **Tempos Mortos**

Perdas devido a avarias/falhas no equipamento.

Perdas devido a preparação/ajustes na produção.

#### **Perdas de Velocidade**

Perdas em paragens curtas ou tempos de não produção.

Perdas por velocidade reduzida.

#### **Defeitos**

Perdas por defeitos/retrabalho (Qualidade).

Perdas entre o início da produção e a “velocidade cruzeiro” de produção.

A primeira perda é a que influencia mais diretamente a eficiência. Este pode ser dividido numa falha que leva à paragem repentina do equipamento ou então reduz a função do equipamento em relação à função inicial. Na segunda perda, estão identificadas perdas associadas à mudança de produto, ou seja, é a perda que acontece desde a paragem de um produto que se encontrava a ser fabricado até à preparação do outro que será produzido, onde se englobam perdas na troca de ferramentas ou moldes, e adaptação do equipamento. (Cabral, 2006)

Na seguinte perda, são identificadas paragens curtas ou de não produção, que não estão associadas a avarias ou falhas, mas a problemas que ocorrem num dado momento, como o encravar de peças por exemplo. A quarta perda está relacionada com a velocidade nominal a que o equipamento se encontra a produzir e que por algum problema não atinge a velocidade real do equipamento (Cabral, 2006).

A quinta perda está relacionada com a qualidade, ou seja, estando na presença de um produto defeituoso este é considerado perdido, ou no caso do retrabalho, é considerado a

perda pela quantidade de processo necessário para a sua recuperação. A sexta, e última perda, diz respeito ao espaço de tempo que ocorre entre o momento em que se deu início à produção até que se atinga a estabilização do processo (Cabral, 2006).

### **2.2.3. OS OITO PILARES DO TPM**

Muitos autores defendem que, uma das grandes vantagens e valias de todos os processos existentes no TPM, é resultado da interação que se cria entre o operador e o equipamento, sendo o operador o principal responsável pelo “seu” equipamento cooperando para a sua correta e melhor utilização (Venkatesh, 2003). O TPM requer uma estratégia base, que, segundo Nakajima (1988), assenta em oito pilares.

#### **Melhoria individual do equipamento**

Este pilar procura obter efeitos através de pequenas melhorias realizadas, com um baixo investimento, no sentido de evitar falhas nos equipamentos, de permitir que trabalhem em bom estado de conservação e que os mesmos atinjam bons resultados (Venkatesh, 2007).

#### **Estrutura da manutenção autónoma**

É considerado o pilar mais importante do TPM. Através da manutenção autónoma o operador aplica cuidados básicos de manutenção, como a limpeza e facilitar a mesma através da criação de condições no equipamento e normas, inspeção inicial e mais tarde autónoma, lubrificações, reaperto de zonas aparafusadas entre outras (Venkatesh, 2007).

Assim são criadas condições para que os operadores conheçam e compreendam melhor o funcionamento do seu equipamento, e assim possam zelar pelo bom funcionamento do mesmo. Este pilar por sua vez está dividido em 7 etapas (Cabral, 2006):

##### **1ª Etapa - Limpeza inicial**

Eliminar na totalidade as sujidades que se formam no equipamento

## **2ª Etapa - Combate contra fonte de sujidade e locais de difíceis acessos**

Efetuar melhorias quanto à causa de sujidade, prevenir derrame e locais de difícil acesso para limpeza e lubrificação. Reduzir os tempos requeridos para essas operações.

## **3ª Etapa - Elaboração de normas de limpeza e lubrificação**

Criar normas de limpeza para que o tempo de operações de limpeza, reaperto, entre outras demorem efetivamente o menor tempo possível.

## **4ª Etapa - Inspeção Autónoma**

Elaboração e execução da folha de inspeção.

## **5ª Etapa - Inspeção Geral**

Detetar e restabelecer de falhas do equipamento através de técnicas de inspeção geral conforme o manual de inspeção.

## **6ª Etapa - Organização, ordem e disciplina**

Padronizar os itens do controlo dos diversos equipamentos e/ou locais de trabalho indo ao encontro da sistematização total da sua manutenção:

- Normas de inspeção e limpeza e de lubrificação.
- Normas de fluxo de materiais no equipamento e/ou local de trabalho.
- Padronizar registo de dados.
- Normas de controlo de ferramentas, moldes e outros dispositivos associados.

## **7ª Etapa - Consolidação da Manutenção Autónoma**

Desenvolver diretrizes e metas e executar regularmente o registo da atividade de melhoria.

## **Estrutura da manutenção planeada**

Este pilar tem como objetivo garantir que os equipamentos não venham a apresentar falhas, para que também, os produtos produzidos, não apresentem imperfeições. Os técnicos de manutenção devem procurar antecipar os problemas, adotando uma postura proactiva em detrimento de postura reativa e, ainda, auxiliar os operadores para ajudar a reforçar as competências de manutenção e conhecimento do equipamento, evitando possíveis avarias no mesmo (Venkatesh,2007).

## **Formação de operadores e técnicos de manutenção**

Tem por base educar e formar os colaboradores, daí ser um pilar também muito importante para a implementação do TPM. Só com colaboradores com conhecimentos e capacitados de multifunções, com elevados níveis de motivação e que sabem como devem agir e fazer, se consegue resolver os problemas que surjam, para eliminar qualquer tipo de ineficiência que exista nos equipamentos do parque fabril (Venkatesh,2007).

## **Controlo inicial de equipamentos**

A finalidade do presente pilar passa pelo planeamento e desenvolvimento de atividades de melhoria, desde a fase inicial no projeto de novos equipamentos ou quando se pretende executar a remodelação de equipamentos já existentes. O objetivo é criar equipamentos livres de falhas ou avarias, que estejam isentos de manutenção, que trabalhem sempre nas melhores condições possíveis, para atingir elevados resultados (qualidade e segurança), e com o menor investimento possível (Venkatesh,2007).

Integrar os operadores e técnicos de manutenção, pode levar a otimizações do equipamento que muitas vezes não são consideráveis pelos construtores dos equipamentos.

## **Manutenção de Qualidade**

O pilar em causa concentra a sua atenção na satisfação do cliente, interno ou externo, excedendo sempre que possível as expectativas dos mesmos, produzindo produtos sem defeitos. Para que isso seja possível, e de uma forma sistemática, é necessário garantir que nenhum constituinte do equipamento afete negativamente, a qualidade final dos produtos. É crucial uma postura proactiva para se evoluir do tradicional Controlo de Qualidade para a Garantia da Qualidade (Venkatesh,2007).

## **Segurança, higiene e meio ambiente**

Este pilar foca-se na criação de postos e áreas de trabalho, e zonas envolventes, limpos e sem poluição, que sejam seguros e onde as pessoas possam trabalhar em condições ergonomicamente corretas, onde se tenha prazer em trabalhar, funcionando como

primeiro fator de motivação aos colaboradores (Venkatesh,2007). Neste, há ainda a considerar as questões de cariz energético.

### **TPM nos departamentos**

O pilar relativo aos departamentos ou escritórios, tem como finalidade a criação de condições ideais para a implementação do TPM, bem como dar condições ideais de funcionamento dos referidos departamentos, para que os excelentes desempenhos administrativos, sejam o princípio de um processo a funcionar em excelentes condições (Venkatesh,2007).

#### **2.2.4. IMPLEMENTAÇÃO DO TPM**

O sucesso da implementação do TPM não se obtém no imediato. Dependendo da dimensão da empresa onde é aplicado, é necessário um período geralmente não inferior a 3 anos para que a implementação seja bem-sucedida e não seja omitido nenhum passo (Nakajima, 1988).

Nakajima (1988) destaca três requisitos fundamentais para se conseguir alcançar a melhoria e otimização de equipamentos, as capacidades e conhecimentos dos operadores. Os requisitos identificados são:

- Motivação (Yaruki);
- Competência (Yaruude);
- Ambiente de trabalho (Yaruba);

Devem ser criadas um conjunto de condições favoráveis para honrar o compromisso da eliminação das seis grandes perdas, já anteriormente identificadas, aumentando assim a eficiência e eficácia de equipamentos e operadores. O empenho na implementação deve ser contínuo, não se podendo cair em situações de desleixo. O desenvolvimento do TPM divide-se em três grandes fases (Nakajima, 1988):

#### **Fase de Preparação**

Apresenta uma duração normalmente compreendida entre 3 a 6 meses. É determinado um plano introdutório para aplicação do TPM, com intuito de se criar o ambiente apropriado para a sua implementação.

### **Fase de Implementação**

Apresenta uma duração normalmente compreendida entre 2 a 3 anos, mas se assim se justificar, este prazo deve ser alargado para que se obtenha o sucesso na sua implementação.

### **Fase de Estabilização**

Período onde a empresa em questão deve comparar os resultados obtidos com os que foram traçados inicialmente. Periodicamente devem ser definidas novas metas e objetivos, e desencadeadas ações para estes serem atingidos, analisar os resultados e novamente definir novas metas e objetivos cada vez mais ambiciosos.

Seguidamente são apresentadas as doze etapas para implementação do TPM, definidas por Nakajima (1988).

#### **Etapas 1 – Anuncio de introdução do TPM pela Gestão de Topo.**

Na primeira etapa é anunciado pela gestão de topo a introdução e implementação do TPM na cultura da empresa. Deve ser feita uma breve apresentação aos colaboradores explicando o que é o TPM, objetivos e benefícios que este trará. A transmissão deve ser feita com entusiasmo e motivação para criar o mesmo sentimento nos colaboradores neste novo projeto, explicando as razões que levaram à decisão da sua implementação (Nakajima 1988).

#### **Etapas 2 – Campanha de divulgação e formação.**

A segunda etapa para a implementação do TPM é iniciada após a introdução do programa, onde existe a divulgação e formação. É comum ocorrer a oposição por parte dos colaboradores quando se tenta implementar mudanças na mentalidade. A formação permite dotá-los de competências e capacidades no âmbito da aplicação do TPM, procurando eliminar a resistência inicial. É importante que os superiores hierárquicos participem e apoiem os colaboradores de níveis inferiores. É importante que a formação recorra a meios visuais com o intuito de passar mais facilmente a mensagem (Nakajima 1988).

### **Etapa 3 – Criação de Organismos para promoção do TPM.**

Nesta etapa pretende-se que ocorra a promoção do TPM, com a criação de grupos contendo colaboradoras desde os níveis mais altos hierárquicos aos mais baixos. É preciso a criação de uma estrutura promocional capaz de criar elos de ligação entre os vários grupos, para proporcionar uma comunicação feita tanto horizontalmente como verticalmente. Pretende-se, com o passar do tempo, ter pessoas que sejam exclusivas na promoção do TPM e que apresentem competências para esse mesmo efeito (Nakajima 1988).

### **Etapa 4 – Diretivas e objetivos do TPM.**

A presente etapa tem como principal finalidade a definição de diretivas elementares e objetivos do TPM pela equipa responsável pela sua promoção. As políticas a seguir devem ser comunicadas através de frases abstratas, verbalmente ou escritas, claras e sucintas, e que sejam facilmente transpostas para objetivos quantificáveis e precisos, especificando a referência ao objetivo, custos e prazos associados ao mesmo (Nakajima 1988).

É preciso fazer uma análise das condições existentes, avaliar necessidades internas e externas, para uma correta definição de objetivos á medida da empresa. É necessário identificar perdas existentes, quantificá-las e identificar os custos que estas acarretam. Sempre que objetivos são alcançados, surgem outros mais ambiciosos.

### **Etapa 5 – Plano Diretor para desenvolvimento do TPM.**

Para Nakajima (1988).a quinta etapa destina-se à elaboração do Plano Diretor, devidamente detalhado, para o desenvolvimento do TPM. Este desenvolvimento está assente em 5 atividades consideradas indispensáveis:

- Eliminar as seis grandes perdas (2.2.2.) para melhorar a eficiência e eficácia do equipamento.
- Estabelecer um programa de manutenção autónoma.
- Estabelecer um programa de manutenção devidamente planeado para o departamento de manutenção.
- Formação apropriada para as equipas de manutenção e de produção.

- Estabelecer um plano inicial de gestão de equipamentos.

### **Etapa 6 – Início do programa TPM.**

É nesta etapa que se dá início à implementação do programa TPM no terreno. É nesta etapa que começa o esforço pela eliminação das seis grandes perdas.

Os operadores passam agora a desempenhar o papel principal, deixando gradualmente as suas rotinas diárias, e passam a por em prática as rotinas de TPM. É de extrema importância que moral e empenho dos operadores se encontrem em níveis elevados, criando o ambiente favorável para que isso aconteça, como por exemplo reuniões com empresas clientes ou fornecedoras, expondo o que está a ser realizado e quais os objetivos a atingirem (Nakajima 1988).

### **Etapa 7 – Melhoria na eficiência da cada parte do equipamento**

Na sétima etapa, inicia-se a melhoria no equipamento, visando o aumento da sua eficiência e consequentemente eliminação de perdas. Estas melhorias são identificáveis em reuniões, junto ao equipamento, e efetuadas no dia anterior à intervenção de manutenção preventiva realizada ao equipamento. Participam elementos da engenharia, da produção (operadores e chefias) e da manutenção industrial. O objetivo passa por identificar zonas do equipamento onde ocorram perdas, e possíveis correções ou melhorias a implementar (Nakajima 1988).

### **Etapa 8 – Desenvolver um programa de manutenção autónoma.**

Na presente etapa é desenvolvido um programa de manutenção autónoma, iniciado logo após ao arranque da implementação do TPM. É uma operação a cargo dos operadores, deixando para trás o padrão tradicional de que o operador só produz, e que o técnico de manutenção só faz manutenção. Esta é uma mentalidade que precisa de se mudar no seio da empresa, para que exista sucesso na implementação do TPM. Os operadores devem receber formação no sentido de cada vez mais se tornarem autónomos e responsáveis pela realização da respetiva manutenção autónoma do equipamento no qual laboram e são responsáveis. Uma forma de ganhar competências para técnicas de diagnóstico e posterior identificação de falhas no equipamento passa pela interação entre operadores e técnicos de manutenção (Nakajima 1988).



Implementar os 7 passos para a manutenção autónoma:

- Limpeza inicial.
- Combate contra fonte de sujidade e locais de difíceis acessos
- Elaboração de normas de limpeza e lubrificação
- Inspeção Autónoma
- Inspeção Geral
- Organização, ordem e disciplina
- Consolidação da Manutenção Autónoma

### **Etapa 9 – Desenvolver um programa de manutenção autónoma.**

Na nona etapa é desenvolvido, através do departamento de engenharia, manutenção industrial e melhoria contínua, um programa de manutenção devidamente calendarizado, Neste deve constar a Manutenção Preventiva e Manutenção Preditiva, gestão de peças sobresselentes, ferramentas, desenhos e planos (Nakajima 1988).

### **Etapa 10 – Formação contínua para melhorar competências de operação e manutenção.**

Nesta etapa é pretendido que todos os intervenientes melhorem as suas competências, pelo que os chefes de equipa receberão essa formação e ficarão encarregues de passar aos restantes membros da sua equipa. Devem ser ministradas formações técnicas aos operadores consoante o especificidade do seu local de trabalho. Outro ponto onde é necessário dar formação é nas competências de operação (Nakajima 1988).

A formação deve, sempre que possível, direccionar-se aos elementos da manutenção para aumentar as suas competências e assim serem capazes de resolver maior número de problemas internamente, e também possuírem a capacidade de procurar soluções visando a resolução de problemas (Nakajima 1988).

### **Etapa 11 – Desenvolvimento do programa inicial de gestão dos equipamentos.**

Esta etapa está direccionada para quando é realizado a instalação de um novo equipamento, e mesmo sem a ocorrência problemas na fase de projeto, fabrico e instalação, os problemas podem surgir na fase de testes, fase de preparação ou inicio de funcionamento do equipamento. Como tal é preciso elaborar e desenvolver um conjunto

de melhorias para resolver esses problemas. Pretende-se com isto este tipo de ação maximizar a fiabilidade e manutibilidade do equipamento (Nakajima 1988).

### **Etapa 12 – Completa implementação do TPM e elevação dos seus níveis.**

Na décima segunda e última etapa, é atingida a completa implementação do TPM. Através do esforço contínuo de todos os colaboradores, procurar a sua estabilização, para que se possa melhorar os resultados e definir objetivos mais ambiciosos. É preciso transmitir os resultados obtidos através do esforço de todos, e que é necessário manter o mesmo empenho ou se possível excedê-lo, para que uma vez atingido um determinado nível, procurar formas de o elevar (Nakajima 1988).

### **2.2.5. O RENDIMENTO GLOBAL DOS EQUIPAMENTOS**

Um indicador relata a situação de uma determinada característica ou acontecimento. No âmbito do TPM, procura-se obter a maximização do rendimento global dos equipamentos.

Do inglês “*Overall Equipment Efficiency*” (OEE), tem como finalidade avaliar a capacidade de produção dos equipamentos para um dado período de tempo. (Nakajima, 1988). Este indicador é o produto de três fatores:

$$\text{OEE} = \text{DOP} \times \text{ID} \times \text{TQU}$$

Em que:

DOP - Disponibilidade Operacional

ID - Indicador de desempenho

TQU - Taxa de qualidade

### **DISPONIBILIDADE OPERACIONAL**

Num turno de trabalho o equipamento está sujeito a avarias, a mudanças de produto, ajustes, que leva a um determinado tempo de perda de não operação do equipamento. Este indicador é dado pela razão entre o tempo efetivo de operação (duração do turno de trabalho menos o tempo de perda de não operação, sem incluir tempo de paragem planeada) do equipamento durante um turno de trabalho (Cabral, 2006).

## INDICADOR DE DESEMPENHO

Para se definir o indicador de desempenho (ID), tem de se definir outros dois indicadores:

**Indicador de velocidade:** Um equipamento apresenta uma determinada velocidade, contudo a velocidade efetiva fica muitas vezes aquém da velocidade nominal. Este indicador é dado pela razão entre o tempo que seria necessário para produzir uma unidade, ou conjunto de unidades, se o equipamento laborasse à velocidade nominal e o tempo que foi efetivamente necessário para produzir essa mesma unidade, ou conjunto de unidades (Cabral, 2006).

**Indicador de tempo efetivo de operação:** Este indicador revela o tempo em que o equipamento esteve efetivamente a laborar.

O Indicador de Desempenho (ID) é, então, o comportamento produtivo do equipamento.

## TAXA DE QUALIDADE

Este indicador (TQU) determina a relação entre a quantidade de produtos que são aprovados e a quantidade total de produtos que foram produzidos. Referir ainda que tem de se incluir nas peças defeituosas as que requerem retrabalho.

Segundo Cabral (2006) o rendimento global do equipamento depende assim de três componentes: Disponibilidade Operacional, Desempenho (ou *performance*) e Qualidade. Geralmente, pretende-se atingir um valor de OEE superior a 85% e para isso os valores de referência dos vários indicadores devem se apresentar:

Disponibilidade Operacional superior a 90%;

Desempenho superior a 95%;

Taxa de Qualidade superior a 85%.

## 2.3. FERRAMENTAS COMPLEMENTARES DE MELHORIA

### 2.3.1. OS CINCO “S”

Os 5S's é mais uma ferramenta de melhoria que surgiu no Japão, após a 2ª Guerra Mundial, como necessidade na mudança de mentalidades e processos. Destaca-se pela limpeza da sujidade existente num dado local, pela redução ou eliminação desperdício e (re) organização e arrumação do mesmo, resultando num impacto visual bastante diferente.

As boas práticas que trazem a implementação da ferramenta provocam melhorias ao nível do desempenho das pessoas e processos. Devido à sua simples aplicação, é hoje uma ferramenta usada em qualquer empresa. A designação de 5'S deve-se ao facto de a ferramenta se basear em 5 palavras japonesas todas começadas pela letra “S”.

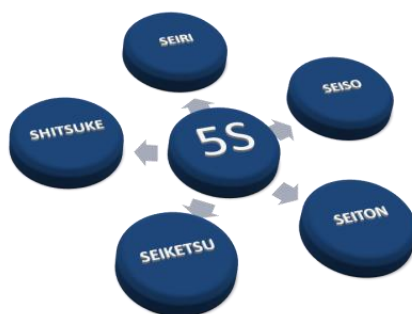


Figura 3 – Ferramenta *lean*: 5S (DQS eSolutions, 2012)

#### **SEIRI (Organização)**

Separar o necessário do desnecessário, o útil do inútil no posto de trabalho.

#### **SEITON (Arrumação)**

Atribuir a cada coisa o seu devido lugar, colocando sempre as de uso mais frequente num local de mais rápido e fácil acesso, recorrendo a “quadros sombra” ou etiquetas de identificação no sentido de ser mais fácil retribuí-las ao local onde pertencem.

#### **SEISO (Limpeza)**

Efetuar a limpeza do posto de trabalho e área envolvente, para que este se mantenha sempre limpo.

### **SEIKETSU (Normalização)**

Criar normas, padrões e modelos *standards* para cada área de trabalho, recorrendo a ajudas visuais e ao envolvimento de todas as pessoas, para que estas sejam valiosas e completas fontes de informação.

### **SHITSUKE (Disciplina e Educação/Treino)**

Este “S” é o mais difícil de implementar devido à resistência à mudança e o mudar de mentalidade das pessoas. Pretende criar hábitos e boas práticas de trabalho, no cumprimento das normas, padrões e modelos criados, para que se faça sempre bem à primeira e não voltar ao primeiro “S”.

Muitas empresas começam a introduzir um sexto “S”, relativo à segurança. A segurança deve estar associada a qualquer um dos já existentes e estar presente em qualquer atividade realizada (Pinto, 2009).

Numa empresa é importante a criação de rotinas e boas práticas de trabalho, assim como um elevado grau de organização para que se caminhe para a otimização e eficiência nas atividades a realizadas no dia-a-dia. É com recurso a ferramentas *Lean*, como esta, que as pessoas compreendem os benefícios da sua aplicação, facilitando e reduzindo o seu esforço no trabalho e na eliminação de desperdício. O sucesso da implementação leva à criação de uma base sólida no terreno para implementação de soluções *Lean* como é o caso do TPM.

### **2.3.2. CICLO PDCA**

O ciclo PDCA, também conhecido por ciclo de *Deming*, foi desenvolvido na década de 30 por *Walter Shewhart*, sendo apenas mais tarde, na década 50, aplicado por *Deming*, e é no Japão que começou a ganhar seguidores. É considerado um elemento chave para que se atinja a melhoria contínua numa empresa.

Este pode ser aplicado em qualquer departamento ou secção de uma empresa ao nível do controlo como em possíveis melhorias. É apresentado segundo uma linha simples e sequencial como guia à melhoria continua, e caracterizado por 4 etapas (Figura 4), do inglês *Plan-Do-Check-Act*, que em português se traduz em planear, fazer, verificar e agir.



Figura 4 - Ciclo PDCA ou de Deming (Luis Figaro, 2012)

### **Plan (Planear)**

Definir os objetivos do problema e metas a atingir.

Definir qual o caminho e quais os métodos a utilizar para se atingir os objetivos propostos.

### **Do (Fazer)**

Aprender os métodos para depois executar as tarefas conforme o que foi planeado.

Estabelecer regras e disciplina no trabalho, e fornecer dados para a verificação dos processos.

### **Check (Verificar)**

Verificar, comparar e analisar os resultados obtidos com os previamente planeados e, em seguida, determinar os desvios ou anomalias e perceber a sua origem.

Procurar entender o que correu bem ou mal e enfrentar os factos.

### **Act (Agir)**

Definir soluções para os desvios encontrados, e criar padrões para as que surtiram efeito, para que se possam manter.

Desenvolver ações de melhoria (utilização de novo do ciclo PDCA) e ações de prevenção, partilhando as boas práticas.

Deve existir um “olhar” para se observar a situação atual, e o ciclo deve ser recomeçado, para que assim se possa procurar atingir a situação ideal.

### 2.3.3. GESTÃO VISUAL

Segundo Pinto (2009) a gestão visual é um processo no qual o principal objetivo passa por criar e dar apoio para que se possa aumentar a eficiência e eficácia de operações e procedimentos. A gestão visual procura clarificar e tornar mais visível, de modo lógico e intuitivo. A sua aplicação por parte das empresas é apoiar e dar suporte aos colaboradores, para que os processos que estes realizam sejam mais simples.

A visão permite ao ser humano interpretar o mundo e perceber melhor o que o rodeia, pelo que é através dela que recebemos uma grande quantidade de informação. Se as coisas estiverem visíveis, é mais fácil para o ser humano as fixar, sendo então importante promover a gestão visual para facilitar a comunicação e a informação necessária nos processos de tomada de decisão (Pinto, 2009).

A informação visual deve ser apresentada da forma mais simples possível, para que qualquer pessoa consiga perceber a informação que está a ser transmitida para que não ocorram hesitações. Deve e pode ser aplicado em qualquer espaço de uma empresa até mesmo em escritórios, pode ser apresentado em diferentes formas (cartões, quadros sombra, marcas no chão ou paredes, entre outras). A Figura 5 é um exemplo da aplicação da gestão visual na separação de resíduos.



Figura 5 - A gestão visual na separação de resíduos (Meu Puff Ecológico, 2012)

### 3. CASO DE ESTUDO: A OLIVEIRA & IRMÃO, S.A.

#### 3.1. APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

Fundada em 1954, a Oliveira e Irmão, S.A. ganhou particular destaque na oferta de artigos sanitários para o setor da construção civil. No sentido de dar resposta às crescentes solicitações do mercado, num quadro de diversidade de produtos e de elevados padrões de qualidade, a empresa criou a sua primeira unidade industrial em 1981, especializando-se no fabrico de autoclismos em plástico e componentes para autoclismos cerâmicos. Paralelamente comercializa e distribui uma gama variada de artigos de outras marcas para o lar, desde lava-louças, torneiras, mobiliário de casa de banho, banheiras, entre outros.

Em 1993, entrou para o Grupo Italiano Fondital. As decisões da empresa são tomadas em consenso, mas a gestão do “dia-a-dia” é inteiramente portuguesa. O grupo não se limitou a investir capital na empresa, trazendo o conhecimento de novas tecnologias e *know-how*.



Figura 6 - Vista aérea da Oliveira e Irmão S.A.

Hoje, com 20.268 m<sup>2</sup> de área coberta, é uma unidade industrial moderna e dinâmica, onde a garantia de qualidade é comprovada por vários organismos nacionais e internacionais e pela crescente procura dos seus produtos. A Figura 6 representa a vista aérea sobre a empresa.



### 3.1.1. INSTALAÇÕES

Para acompanhar o evoluir de uma empresa, é necessário criar infraestruturas capazes de dar resposta às crescentes necessidades, como produção, armazém de matérias-primas, produtos intermédios e finais, novos departamentos, zonas de ensaio, entre outras. A Oliveira & Irmão passou também por esse processo de adaptar as suas instalações às exigências atuais, apresentando atualmente o *layout* representado na Figura 7.

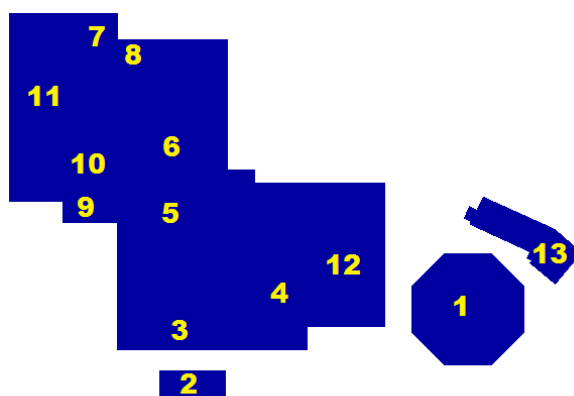


Figura 7 - *Layout* da empresa

#### Legenda:

- |                            |   |
|----------------------------|---|
| 1- Edifício octogonal.     | 2- Departamento do Projeto.             |
| 3- Departamento da PR.     | 4- Departamento do PA.                  |
| 5- Parque de máquinas.     | 6- Armazém de injetados.                |
| 7- Armazém de adquiridos.  | 8- Departamento de Logística.           |
| 9- Reciclagem.             | 10- Armazém de matéria-prima granulada. |
| 11- Projeto <i>Twins</i> . | 12- Armazém PA                          |
| 13- Moldaveiro.            |   |

### 3.1.2. PRODUTOS

A Oliveira & Irmão dedica-se essencialmente ao fabrico de autoclismos e seus componentes. Na Figura 8 pode-se encontrar algum dos produtos fabricados na empresa.

Pode-se então considerar:

- Autoclismos plásticos (exteriores e interiores).

- Mecanismos para cerâmicos (torneiras, válvulas de descarga).
- Placas de comando.
- Vários componentes plásticos.
- Cabeças termostáticas (instalação de aquecimento central).

A empresa comercializa ainda produtos para climatização, mobiliário e acessórios sanitários, lava-loiças, torneiras e diversos materiais de construção.



Figura 8 - Produtos fabricados na Oliveira & Irmão

### 3.1.3. MERCADOS E DADOS ECONÓMICOS

Dado a atual conjuntura socioeconómica que o país atravessa, o volume de negócios a nível nacional apresenta uma tendência de queda. A Europa apresenta também, abrandamento económico, pelo que a empresa procura impor-se em outros mercados, procurando direccionar a venda dos seus produtos para fora da zona euro e para fora da Europa. A crescente presença dos mercados do Médio Oriente na Europa, levou a empresa a direccionar os seus esforços para conquistar a América do Sul, principalmente Brasil, México e Uruguai. As maiores taxas de crescimento em 2011 foram registadas nos mercados da Polónia, Ucrânia e Norte de África. No que diz respeito à faturação, Itália, França, Alemanha, Suécia e Rússia são, por esta ordem os mercados mais relevantes.

No ano de 2011, a Oliveira & Irmão fechou o exercício com um volume de vendas acima dos 43,4 milhões de euros. Desse valor atingido, 73% foram resultantes da atividade exportadora. Contudo face ao ano anterior as vendas globais diminuíram 5,10%.

Analisando a evolução das vendas e dividindo entre mercado interno e mercado externo, temos uma diminuição de 20,2% no mercado interno e um crescimento de 2,1 no mercado externo.

### 3.1.4. ESTRUTURA DA EMPRESA

A 31 de Dezembro de 2011 a empresa apresentava 333 colaboradores, sendo que aproximadamente 55% é do sexo feminino. Face à mesma data do ano anterior verificou-se uma diminuição no número de colaboradores de 2,1%, sendo que esta redução verificou-se essencialmente no mês de Dezembro devido à necessidade de ajustar a capacidade produtiva com as necessidades do mercado. Durante o exercício o número médio de colaboradores foi de 339.

O organigrama da Oliveira & Irmão, S.A. é apresentado na Figura 9.

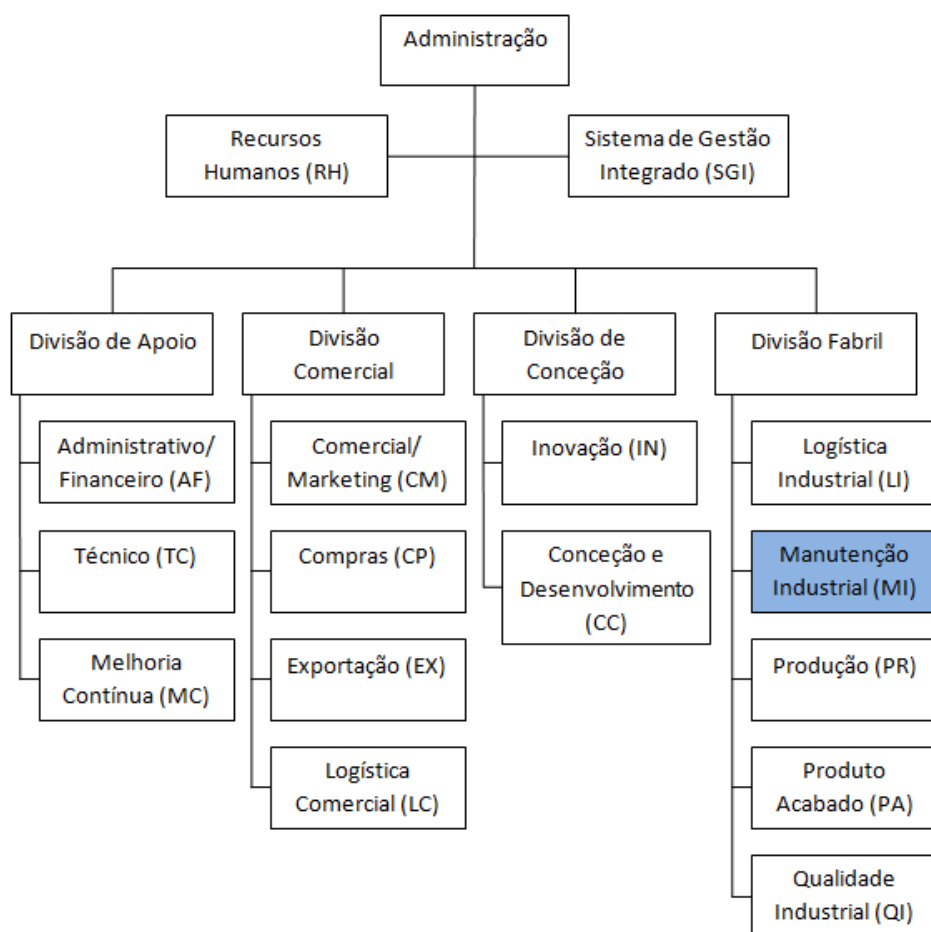


Figura 9 - Organigrama da empresa Oliveira & Irmão

### 3.2. A ÁREA DA MANUTENÇÃO

A Oliveira & Irmão conta hoje com mais de 70 máquinas de injeção, sendo umas das maiores empresas a trabalhar em injeção de plástico. O seu parque industrial é ainda constituído por mais de 800 moldes, e mais de 250 máquinas de produto acabado (Máquinas Laser, Máquinas Jacto de Tinta, Formadoras de Caixa, Dispositivos de Montagem, entre outros). Realiza uma manutenção preventiva rigorosa e cuidada, e procura o crescimento/desenvolvimento da manutenção preditiva aos equipamentos. O objetivo passa evitar paragens não planeadas e consequentemente atraso nas produções e respetivas entregas a clientes, diminuindo custos com eventuais reparações.

#### 3.2.1. ÂMBITO

O departamento de Manutenção Industrial assume a responsabilidade de três grandes setores na unidade fabril: Máquinas de injeção e periféricos, moldes e produto acabado. O principal objetivo de toda a equipa pertencente ao departamento passa por garantir a conservação e otimização desses três sectores, através da supervisão em qualquer uma das seções pelo responsável, como está representado na Figura 10.

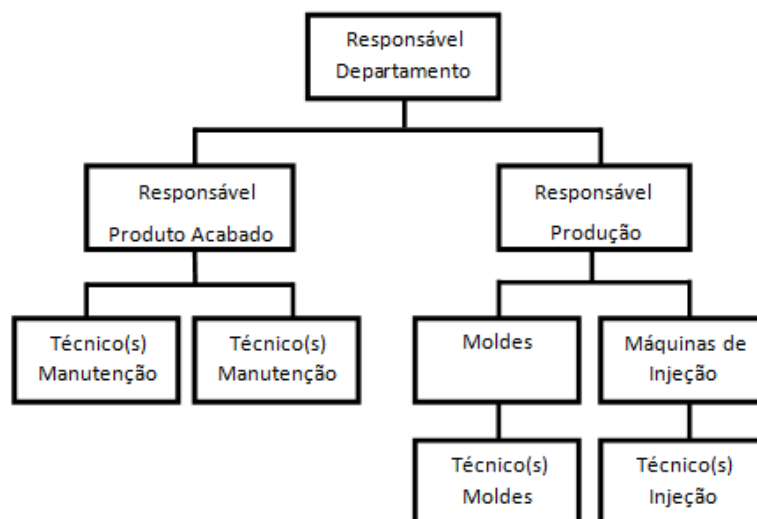


Figura 10 - Organograma do departamento de Manutenção Industrial

#### Máquinas de injeção

Este sector é composto por uma equipa de manutenção de 7 técnicos. É nesta secção que a manutenção preventiva está mais eficazmente implementada, contando com 2

técnicos a fazer incidir o seu trabalho sobre a prevenção. É sem dúvida uma aposta ganha, revelando a importância dada na manutenção preventiva nas máquinas de injeção. As máquinas tem de obedecer a um conjunto de normas, pelo que os técnicos efetuam um controlo rigoroso na calibração de temperaturas e pressões, e ainda no nivelamento e paralelismo do equipamento, pois interferem no processo produtivo e no próprio funcionamento dos órgãos mecânicos dos equipamentos. Neste grupo de máquinas de injeção, faz-se a distinção entre dois grupos de máquinas: Máquinas de Injeção Automática e Máquinas de Injeção Semiautomáticas.

## **Moldes**

Este sector é formado por uma equipa comandada por um responsável e por 6 técnicos, divididos em duas equipas de 3 elementos. A empresa trabalha segundo a metodologia SMED, pelo que, o tempo de mudança de molde dura aproximadamente 20 minutos, sendo trocados diariamente mais de 50 moldes. Devido a essas constantes trocas, é evidente que os moldes apresentam um grande desgaste, o que, em muitos casos, torna impossível prever que possíveis avarias ou danos ocorram, quando este sai de máquina.

Contudo, no presente ano está a realizar-se um plano ambicioso no que diz respeito à manutenção preventiva neste sector. Sendo que, a primeira zona de atuação, seja em moldes com um número de injeções elevado (superiores a 250.000 injeções).

## **Produto Acabado**

Aqui, está englobada toda a unidade industrial onde é realizada a montagem e a embalagem final, cabendo a responsabilidade a três técnicos. Uma lacuna existente neste sector é a falta de codificação dos equipamentos que o constituem, o que leva a uma falha na rastreabilidade.

### **3.2.2. FUNCIONAMENTO**

Para melhor alcançar de como devia ser elaborado o projeto foi necessário conhecer e perceber todos os procedimentos do departamento de manutenção assim como as normas a serem seguidas.

O fluxograma transmitido apresentado na Figura 11, de uma maneira muito geral, as ações e responsabilidades assim como a sua sequência lógica.

Em primeiro lugar é feita a recepção e instalação do equipamento. É feito o acompanhamento da instalação além do pessoal da manutenção (Responsáveis de manutenção e técnicos), por departamentos como produção/produto acabado e engenharia. A respectiva documentação fica a cargo do departamento de manutenção, mas acessível a quem a necessite de a consultar.

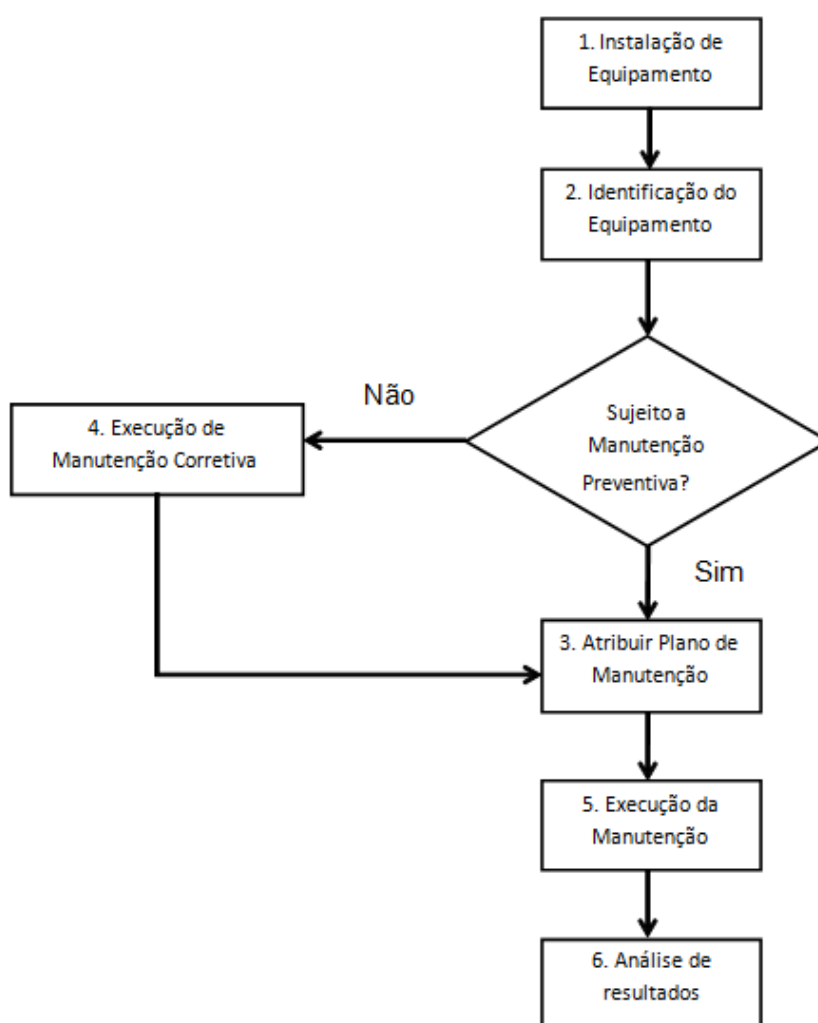


Figura 11 - Fluxograma de funcionamento do departamento de Manutenção Industrial

Após o preenchimento do documento de aprovação do equipamento, procede-se à identificação do equipamento. Se já existirem equipamentos da mesma família, é

atribuída um código de forma sequencial. Se não for o caso, cria-se um novo código para a nova família de equipamentos. É registado esse mesmo código no sistema, assim como outras características do mesmo, no sistema de gestão de informação interno.

Seguidamente é efetuado um plano de manutenção preventiva anual para o equipamento, de acordo com as recomendações que são sugeridas pelo fabricante do equipamento. Nesta análise, há ainda a considerar a taxa de funcionamento que o equipamento irá possuir e análise de avarias.

São emitidos periodicamente pedidos de manutenção preventiva, de acordo com o plano anual, por vezes corrigidos devido a avarias que se tenham intensificado, maior ou menor taxa de utilização do equipamento, entre outros.

O equipamento está sujeito a intervenções segundo o Plano de Manutenção Preventiva (MPM) ou de ordens de trabalho (OT). As intervenções nem sempre são realizadas pelos técnicos internos, pelo que às vezes é necessário recorrer à subcontratação de serviços. Quando é detetado alguma anomalia ou falha no equipamento, quando este se encontra em manutenção preventiva, é de imediato programado a respetiva ação corretiva ou curativa. Quando ocorre esta situação é feito o registo da mesma no SGI.

Quando é detetada uma anomalia ou avaria num equipamento (máquina injeção/molde), é requisitado o serviço para intervenção através da abertura de uma OT. Na abertura da OT é necessário inserir determinados dados e informações, como o código do equipamento em causa, o tipo de avaria e uma breve descrição dos sintomas que o mesmo apresenta.

A continuidade e informação sobre o estado em que se encontra a OT são da responsabilidade dos técnicos de manutenção. Quando é restaurado o estado normal de funcionamento do equipamento é comunicado verbalmente, e após o fecho da OT em sistema, é informação segue via-email como “comprovativo” de entrega à Produção e Responsáveis de Turno. Quando, através de uma primeira análise da avaria, esta não seja possível resolver com meios internos, é realizado por um elemento responsável da manutenção a solicitação de intervenção a uma entidade externa.

No caso de ser necessário material para a resolução da avaria que não se encontre em *stock* no armazém, é solicitado a intervenção do Departamento de Compras efetuando-se uma requisição interna no SGI.

Seguidamente à realização de uma manutenção preventiva a um equipamento, um dos responsáveis de departamento emite um relatório de verificação interna. Após a realização das reparações, o equipamento é devidamente ensaiado e testado para averiguar se está em condições de produzir. Caso o resultado seja positivo, o técnico responsável pela manutenção ao equipamento avisa de seguida (verbalmente) os responsáveis de produção, ou o emissor da OT. No seguimento a OT é fechada no SGI e é enviado a informação via e-mail aos responsáveis e envolvidos.

A ultima ação a ser realizada passa pela análise das avarias, para que em caso de necessidade seja alterado a frequência da manutenção preventiva feita ao equipamento. É ainda feito uma análise tendo em vista a preparação de trabalhos (material, alteração equipamento) a realizar na futura manutenção preventiva.

### **3.2.3. CRITÉRIOS DE INTERVENÇÃO DA MANUTENÇÃO**

As intervenções que são solicitadas à manutenção podem ser referentes, ou não, a um equipamento crítico, que logo vai ter prioridade sobre os restantes. Quando existe a solicitação para mais de um equipamento crítico, a decisão fica a cabo dos responsáveis pelo equipamento (Produção/ Produto Acabado). O departamento de Manutenção, para o planeamento dos seus trabalhos, rege-se por um conjunto de regras designadas por graus de urgência, que se encontram divididos em 4 categorias.

#### **Grau de Urgência nº 1**

Considera-se este grau para trabalhos a realizar em equipamentos abrangidos pelo conjunto de “equipamentos críticos”, e todos os trabalhos que coloquem em perigo eminente os colaboradores ou a perda irreversível da produção. As intervenções neste caso são realizadas de imediato e sem interrupção.



A maior parte das vezes a transmissão destas ocorrências ocorrem via telefónica, pelo responsável de produção, mas depois é sempre realizada a OT, para que fique registado os sintomas/avarias apresentadas e as ações que foram tomadas para a sua resolução. São então considerados nesta categoria os equipamentos críticos (máquinas de injeção semiautomáticas) e aqueles que coloquem qualquer colaborador ou seção fabril em perigo.

### **Grau de Urgência nº 2**

Nesta categoria são agrupados os trabalhos que apesar de influenciarem a produção não acarretam uma perda irrecuperável. Estes trabalhos são requeridos através do SGI através do lançamento de uma OT. São posteriormente planeados e calendarizados, tendo em conta a carga de trabalho que o departamento de Manutenção possui, e da existência de material para a sua execução. Esta calendarização é feita sempre estando em sintonia com a Produção para não comprometer o abastecimento linhas de montagem do Produto acabado, ou mesmo encomendas para os clientes.

Um exemplo de trabalho a realizar nesta categoria é a desempanagem das máquinas de injeção.

### **Grau de Urgência nº 3**

Os trabalhos a realizar na classificação desta categoria não influenciam a produção diretamente. São igualmente solicitados através da abertura de uma OT no SGI. Apresentam uma maior facilidade para o seu planeamento e calendarização.

### **Grau de Urgência nº 4**

Esta última categoria agrupa os trabalhos que sejam considerados como uma nova obra ou alteração. São perfeitamente programáveis com data de início e fim fixas. Como é prática usual, e para que exista um fluxo de informação, todos os trabalhos com qualquer grau de urgência que requeiram a paragem de uma instalação ou equipamento, só serão realizados se estiverem em plena concordância com as necessidades da Produção ou Produto Acabado.

### 3.3. OBJETIVOS E METODOLOGIA DE IMPLEMENTAÇÃO DO TPM

A empresa apresenta um plano de melhoria contínua destinada a cada seção e/ou departamento. A procura pela obtenção de melhores resultados é um objetivo constante da Oliveira e Irmão.

A manutenção tem evoluído e ganho um lugar de extrema importância no seio da empresa. A realização de ações preventivas aos equipamentos e mais regularmente permitiram observar que os equipamentos apresentavam uma maior fiabilidade. Esta consciencialização levou a que a empresa se decidisse pela implementação do TPM - *Total Productive Maintenance*.

Atualmente, a empresa tem implementado um plano de manutenção preventiva aos equipamentos. Contudo, ocorrem muitas paragens que, devidamente acompanhadas podem ser evitadas. Uma inspeção constante ao equipamento por parte dos operadores que nele operam pode levar a deteção de problemas que o próprio operador pode resolver de imediato (como o reaperto de um parafuso). Caso contrário, recorrer aos serviços do departamento de manutenção pedindo a sua intervenção para resolver o problema, de imediato se verificar a iminência de falha, ou agendando para que num período muito próximo fique resolvido.

O principal objetivo passa por aumentar a eficiência global dos equipamentos (OEE). Existe contudo um objetivo não menos importante para o departamento da manutenção industrial. Um aumento do OEE significa então que se tem uma maior disponibilidade, um melhor desempenho e maior taxa de qualidade. Isto significa que os técnicos ficam com mais disponibilidade para realizar outras atividades, no âmbito de melhoria de equipamentos e introdução à manutenção preditiva.

O projeto aqui relatado consistiu em apoiar globalmente a implementação do TPM, incluindo a liderança de algumas das tarefas realizadas, entre as quais

- Conduzir reuniões entre Manutenção e Produção para libertar máquinas para implementação do TPM.

- Conduzir as reuniões de ações dirigidas aos equipamentos e acompanhar o estado dessas mesmas ações (no anexo A pode encontrar-se um excerto do plano de ações para um determinado equipamento).
- Apoiar a execução de ações e tarefas a implementar nos equipamentos (no anexo B pode encontrar-se o plano de manutenção autónoma destinada à máquina de injeção nº71).
- Criação de normas e normalização de trabalho (no anexo C é apresentado um exemplo de uma norma criada).

## **4. RESULTADOS OBTIDOS**

### **4.1. DECISÕES PRÉVIAS**

A ideia de mudança e procura pela melhoria contínua está sempre presente na mentalidade da empresa. Assim, a implementação de novas tecnologias, novas ferramentas, novos procedimentos, é feita continuamente, num trabalho diário para que a empresa possa continuar a evoluir e aumentar a sua competitividade. A implementação do TPM surge na empresa como necessidade de aumento dessa mesma competitividade. A Oliveira & Irmão, apresenta um grande sentido de responsabilidade e aposta na sua eficiente equipa para cumprir os prazos de entrega para com os seus clientes, apostando nos sempre na qualidade dos seus produtos.

Apesar de uma forte consciencialização da empresa para a importância da manutenção preventiva a realizar nos equipamentos, é necessário mais. Não é só a equipa de manutenção que deve ser a única responsável pelos equipamentos, mas também o “dono” do equipamento deve realizar inspeções, limpezas, verificações e pequenos ajustes para que se aumentem os índices de disponibilidade dos equipamentos e o seu desempenho, com o máximo de qualidade possível.

O primeiro passo passou pela criação de uma equipa para a implementação e acompanhamento da implementação do TPM, sendo que todos os colaboradores foram convidados a participar.

A equipa ficou então constituída:

- 1 Elemento (Departamento Melhoria Contínua)
- 1 Elemento da Engenharia Industrial (Departamento Divisão Fabril)
- 4 Elementos (Departamento Produção)
- 8 Elementos (Departamento Manutenção Industrial)
- 1 Elemento (Departamento Técnico)
- 1 Elemento (Entidade Externa: Instituto Kaizen).

Como foi dito todos os colaboradores foram convidados a participar, porque essa é uma mentalidade que é necessário transmitir para o sucesso da implementação do TPM. Como tal a empresa possui um sistema de recolha de ideias, direcionadas a qualquer

seção ou processo da empresa, que seguidamente segue para análise para avaliar a sua viabilidade.

Após decisão da implementação e constituição da equipa, a empresa participou em eventos de TPM (conferências do Instituto Kaizen), visitas a outras empresas que já havia ou que se encontravam a implementar o TPM (foram realizadas visitas à Renault Cacia e Yazaki Saltano de Portugal) pelos responsáveis pela sua implementação para uma melhor compreensão e confiança.

Foi solicitado ao departamento técnico a criação de um programa que fosse capaz de medir a eficiência global de um dado equipamento. O objetivo passa por medir o indicador OEE em quatro equipamentos de diferentes fabricantes (Sandretto, Maico, MIR, Victor) para um melhor acompanhamento dos resultados que estão a ser conseguidos.

A equipa formada pretende implementar o TPM assente nos oito pilares já descritos anteriormente. Em seguida, foi escolhida uma máquina piloto e elaborado um plano de ações gerais a replicar a todos os equipamentos. Seguidamente, a este plano são anexadas ações, avaliadas e discutidas no terreno com a equipa e com os operadores que nela operam.

As ações que o equipamento irá sofrer serão realizáveis quando este se encontrar em manutenção preventiva. O plano de manutenção preventiva é definido no início do ano, e salvo algumas exceções, dita sequencialmente as máquinas que irão sofrer implementação do TPM. A manutenção preventiva tem a duração entre dois a três dias, dependendo da disponibilidade do equipamento e ações, quer de manutenção preventiva quer definidas no plano TPM, a que este esteja sujeito.

As ações definidas a realizar no equipamento são levantadas, discutidas e analisadas no dia anterior à realização da manutenção preventiva planeada. Semanalmente é realizada uma reunião entre os membros da equipa para acompanhar a implementação do TPM nos últimos equipamentos e acompanhamento nos já realizados.

A implementação do TPM passa numa primeira fase, pela implementação nas máquinas de injeção automática. O objetivo inicialmente proposto é o de atingir o total de vinte e oito máquinas até ao final de Junho do presente ano.

Em primeiro são apresentados os resultados relativos a cada pilar do TPM e seu desenvolvimento a fim de se analisar os resultados alcançados.

A análise de resultados do OEE irá incidir sobre a análise de 4 máquinas de injeção que foram alvo da implementação do TPM, cada uma pertencente a um dos 4 sectores existentes. A escolha recai em equipamentos de diferentes fabricantes, e de diferentes setores para uma análise das diferentes equipas no terreno.

## **4.2. APLICAÇÃO DOS OITO PILARES DO TPM E RESULTADOS**

### **4.2.1. FORMAÇÃO E DESENVOLVIMENTO**

Esta etapa de formação é crucial para o sucesso da implementação do TPM. Um ponto negativo que a empresa apresenta neste pilar, deve-se muito à situação socioeconómica em que se encontra o país, nos dias de hoje. Os contratos de curto prazo e a procura por melhores condições de vida levam a que exista uma grande rotatividade nas equipas que operam nos equipamentos. Logo, a empresa tem um grande investimento em formação, formação que não passa de introdutória aos processos, conhecimentos gerais do equipamento. A formação conveniente deveria permitir ao colaborador evoluir e ser cada vez mais autónomo, graças ao seu maior nível de conhecimento.

No anexo D é apresentado um excerto de uma matriz de competências criada para apoiar a formação dos colaboradores (técnicos de manutenção, técnicos de moldes, operadores de máquinas, entre outros.) O objetivo passa por criar planos de formação para desenvolver as competências de todos os operadores.

### **4.2.2. MANUTENÇÃO AUTÓNOMA**

A manutenção autónoma é considerada pela empresa, um pilar crucial. É através dela que se pode aplicar os cuidados básicos de manutenção do equipamento. Esta é feita pelo operador (ou equipa) responsável pelo equipamento. A manutenção autónoma está dividida em sete etapas.

## Etapa 1 – Limpeza inicial

### Atividades desenvolvidas

Efetuar a limpeza básica do equipamento e recorrer a etiquetas vermelhas para a identificação de problemas e inconvenientes detetados.

Na Figura 12 é apresentado o uso de “Etiquetas Vermelhas” para a identificação de anomalias no equipamento. A etiqueta é colocada sempre no local onde foi detetado a avaria e a outra é colocada num local designado, para que depois o chefe de equipa proceda à abertura de uma OT no sistema, solicitando os serviços de manutenção para a sua resolução. Anteriormente, já eram abertas OT's quando era detetado um problema. Contudo, muitas vezes devido à má indicação do local de ocorrência, o técnico de manutenção demorava muito tempo a identificar a sua localização. O objetivo destas etiquetas passa por eliminar tempos relacionados com a deteção de problemas por parte do técnico de manutenção, uma vez que esta já foi detetada pelo operador.

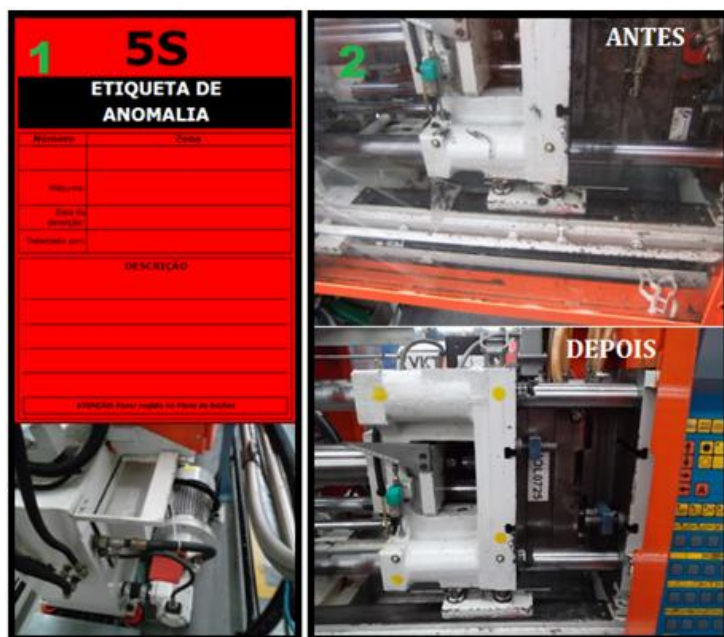


Figura 12 - Implementação das "Etiquetas vermelhas" e Limpeza do Equipamento

A limpeza quando feita periodicamente, permite conservar e assim aumentar o tempo de vida do equipamento. A eliminação de sujidade permite eliminar o aparecimento de pequenos problemas no equipamento, assim com uma melhor deteção de problemas de maior dimensão. Esta etapa permite que o operador tenha o seu local de trabalho

organizado assim como a área envolvente, dando-lhe ainda consenso para tomadas de decisão.

## **Etapa 2 – Combate contra fonte de sujidade e locais de difíceis acessos**

### **Atividades desenvolvidas**

Melhorar as condições para efetuar mais eficientemente a limpeza, lubrificação e manutenção do equipamento. Sempre que assim se justificar, estabelecer medidas para eliminar fontes de contaminação.

Na Figura 13 é identificado o difícil acesso ao motor hidráulico para efetuar a limpeza do mesmo. Outro ponto a considerar é a fraca ventilação do motor, o que provoca elevadas temperaturas quando o equipamento se encontra em funcionamento. Retirou-se a tampa, contudo está exposto a mais sujidade (principalmente poeiras), o que com o passar do tempo se acumula na ventoinha e acaba por provocar novamente o aquecimento do mesmo. Como tal recorreu-se a um filtro para impedir a entrada de sujidade para a ventoinha, que depois é trocado pelo operador quando atinge o estado de saturação no seguimento da manutenção autónoma.

Estas medidas permitem não só manter as condições básicas do equipamento através da limpeza, como também melhorar a fiabilidade do mesmo. São realizadas reuniões com os colaboradores das várias equipas, para que estes possam identificar zonas de difícil acesso como melhorias nos respetivos equipamentos.



Figura 13 - Acesso ao motor e melhoria na sua ventilação



### **Etapa 3 – Elaboração de normas de limpeza e lubrificação**

#### **Atividades desenvolvidas**

Definir e efetuar e aplicar normas de limpeza, manutenção e manutenção.

Na Figura 14 são apresentados alguns exemplos aplicados de padrões de limpeza, inspeção e lubrificação do equipamento. Pintura dos filtros de ventilação nos quadros elétricos, de amarelo para indicar ao operador quais os filtros a trocar. Um problema que antes ocorria era a colocação de filtros quer nos locais destinados à ventilação quer nos locais de respiro. A operação de limpeza das ventoinhas dos motores é uma operação realizada com periodicidade de 6 meses em cada equipamento, tendo uma duração aproximadamente de 2 horas. Com a criação de um sistema de filtros, a operação de troca não demora mais de 2 minutos e é realizada pelo menos uma vez por mês. A limpeza é feita apenas anualmente durante a manutenção preventiva ao equipamento.

Criaram-se padrões para os tanques de óleo hidráulico e de lubrificação, referente aos níveis adequados em que estes se devem encontrar. Um excesso leva a uma maior desperdício e sujidade enquanto a falta pode levar ao mau funcionamento de órgãos mecânicos e desgaste prematuro. Para a leitura/teste de pressões ao equipamento foram criados padrões nos manómetros para mais facilmente se identificar se a pressão se encontra dentro do esperado e se correspondente aos valores lidos no equipamento.



Figura 14 - Criação de normas para os exemplos apresentados

## Etapa 4 e 5 – Inspeção Geral e Autônoma

### Atividades desenvolvidas

Deteção e restauro de falhas no equipamento através da inspeção geral. Controlo e melhoria de padrões de manutenção provisórios na aplicação de tarefas simples de manutenção, recorrendo a ajuda de controlos visuais.

Na Figura 15 são apresentados meios que foram criados para auxiliar o operador na inspeção geral do equipamento, para que este possa seguir um conjunto de pontos importantes para o correto funcionamento do equipamento. O plano criado contempla o que fazer em cada ponto (Limpeza, Lubrificação, Inspeção), e por sua vez, tem a indicação no equipamento através de uma etiqueta com a simbologia indicativa da operação a realizar. Em cada ponto é indicado também a periodicidade com que deve ser realizada. O plano é assinado pela equipa que realizou a inspeção para que esta possa ser auditada, e se possa identificar planos de formação para poder corrigir dificuldades encontradas pelo operador.



Figura 15 - Plano de manutenção autónoma e etiquetas auxiliares

## Etapa 6 – Organização e ordem.

**Atividades desenvolvidas:** Otimizar o posto de trabalho inventariando zonas de trabalho envolventes, tais como ferramentas, meios de limpeza, materiais sobresselente, entre outros. Padronizar e normalizar a limpeza e inspeção, controlo de ferramentas, moldes e outros dispositivos, o registo de dados e fluxo de materiais nos locais de trabalho. Definição da utilização dos meios de trabalho, (por quem, quando, onde e como).

Na Figura 16, podem-se encontrar alguns exemplos de um posto de limpeza, organização de dispositivos (mão de *robot* respetiva de cada molde) e de ferramentas num quadro sombra. Pretende-se criar um conjunto de condições de trabalho onde se minimize perdas de tempo e produção, através de uma boa organização e processos *standard*.



Figura 16 - Posto de limpeza; Organização mãos do robot; Organização de sobresselentes e ferramenta

## **Etapas 7 – Consolidação da Manutenção Autónoma.**

**Atividades desenvolvidas:** Desenvolvimento de diretrizes e metas para continuamente se encontrar melhorias a realizar nos equipamentos e zonas envolventes. Fazer uma análise contínua dos tempos de perda nos vários processos relacionados com o equipamento e reportá-los.

O objetivo passa por atingir e aplicar a manutenção autónoma total. Tendo em vista esse mesmo objetivo, e para um devido acompanhamento, está a ser criado um plano de auditoria à manutenção autónoma realizada nos equipamentos. A folha apresentada no anexo E foi criada para esse devido efeito.

### **4.2.3. MELHORIA INDIVIDUAL DO EQUIPAMENTO**

No âmbito da melhoria individual feita aos equipamentos, os operadores dão um contributo muito positivo na identificação de perdas que ocorrem, pois são eles que trabalham com os equipamentos diariamente, e são eles que passam pelas dificuldades. As melhorias que possam ser facilmente realizadas são devidamente programadas com a

Produção, pois podem implicar a paragem do equipamento. As melhorias identificáveis que impliquem um grande tempo de intervenção são programadas e realizam-se no momento da manutenção preventiva anual do equipamento.

Muitas melhorias identificadas passam despercebidas à maioria dos colaboradores, mas para quem opera com o equipamento, são de fácil identificação. As melhorias provocam por vezes, depois de somadas, a eliminação de grandes perdas. A troca de fichas dos radiais que liga ao molde, que apresentava a abertura na lateral para a abertura no topo levou à diminuição substancial de avarias, que acabavam por levar à sua substituição.

A aplicação de mantas térmicas sobre a camara de injeção (Figura 17), que permitem o seu isolamento. A aplicação das mantas levou à redução de tempos, quando se para o equipamento por períodos não muito longos (por exemplo na troca de molde e/ou postigos para se dar início à produção de outro componente). Existe deste modo a conservação da temperatura na câmara de injeção por um período mais longo, diminuindo o tempo necessário quando é necessário atingir a temperatura ótima de produção novamente.

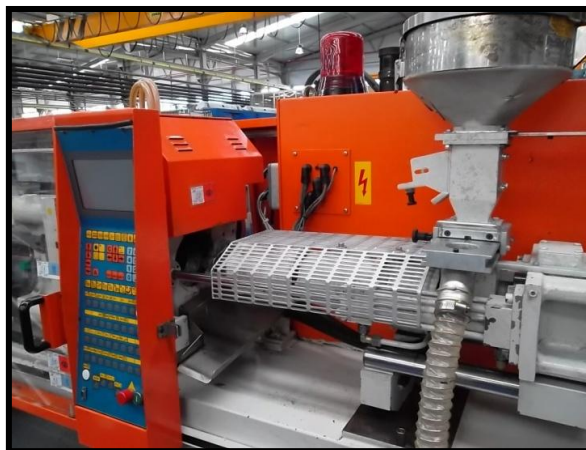


Figura 17 - Implementação de mantas térmicas na camara de injeção

Uma melhoria identificada pelos colaboradores diz respeito às depuradoras (equipamento que permite fazer o tratamento de óleo hidráulico). De momento é retirada a tampa do equipamento e são colocadas as mangueiras da depuradora no tanque de óleo do equipamento. É uma operação demorada, visto ter de se desaparafusar um grande número de parafusos (Figura 18), fica com a tampa retirada o que permite a entrada de

impurezas, tornando a operação ineficiente, e não se obtendo os resultados desejáveis. É apresentada uma solução, que ainda se encontra em análise, que tem como objetivo a eliminação de tempos na troca da depuradora de uma máquina de injeção para outra e impedir que a sujidade entre para o tanque de óleo.



Figura 18 - Estudo de melhoria para alocação da depuradora de óleo

#### 4.2.4. MANUTENÇÃO PLANEADA

Este pilar está a principalmente a cargo do departamento de Manutenção Industrial, sem nunca se excluir a o departamento de Produção, pois são eles os “donos” dos equipamentos. Neste sector, a empresa já apresenta uma forte cultura na manutenção planeada e com a crescente evolução na manutenção autónoma realizada aos equipamentos, o departamento de Manutenção Industrial, passou a focar-se em ações de prevenção. Pequenas anomalias podem ser rapidamente resolvidas pelo operador, como por exemplo reaperto e pequenos ajustes, libertando os técnicos de manutenção. Anomalias que não impeçam o equipamento de laborar são realizadas quando o equipamento está disponível (não se encontra a laborar por decisão da produção ou então entre trocas de moldes/postiços).

O departamento de Manutenção Industrial passa a focar-se nas seguintes atividades:

- Manutenções periódicas (Manutenção preventiva anual; Lubrificação do equipamentos que não possuem sistema de lubrificação autónomo através de “massa consistente” em vez da lubrificação através do óleo).

- Estudo e análise de melhorias para aumentar o tempo de vida do equipamento, aumentar a sua disponibilidade e *performance*.
- Verificação de material sobresselente, ferramentas, produtos de lubrificação e assim um controlo do saldo para o departamento.
- Análise das paragens que ocorreram, no sentido de encontrar soluções para que as mesmas não voltem a suceder.

Iniciação à manutenção preditiva, que apesar de muito recente, é mais um caminho em que a empresa decide apostar, podendo traduzir-se em ganhos substanciais, através da deteção de possíveis avarias antes de elas acontecerem. As técnicas que se estão a realizar são:

- Termografia (No anexo F está um excerto de um relatório realizado aos quadros elétricos que alimentam os equipamentos);
- Análise de óleos;
- Inspeção visual;
- Análise de parâmetros;

#### **4.2.5. CONTROLO INICIAL DE EQUIPAMENTOS**

A evolução a que se assiste hoje em dia faz com que o que é novidade hoje, amanhã esteja já ultrapassado. A evolução nos equipamentos de injeção plástica também sofreu grandes avanços, e hoje um equipamento com metade do tamanho de um de há 20 anos, consegue exercer mais força de fecho, maior velocidade, entre outros.

Passou a fazer-se o registo de melhorias/alterações que surgem para um determinado equipamento. Muitas destas situações de melhoria não são executáveis, ou porque o equipamento já não o permite ou porque o investimento assim não justifica. Contudo devem ser feitos estes registos para que quando se pense em investir num novo equipamento se encontre um equipamento à medida das nossas necessidades, ou seja, feitas essas exigências ao fabricante.

Apesar de ainda não ter sido aplicado em nenhum caso específico, o registo destas especificações estão a ser realizadas, para que quando surja a necessidade, se obtenha um equipamento mais robusto e capaz de corresponder às exigências.

#### **4.2.6. MANUTENÇÃO DA QUALIDADE**

Um dos objetivos da implementação do TPM passa por alcançar “zero-defeitos”. Como tal, foi criado o Departamento de Qualidade destinado a identificar e acompanhar problemas que ocorrem nas peças injetadas, a fim de se poderem corrigir. Pretende-se eliminar perdas com peças que têm de seguir para reciclagem, como por exemplo por apresentarem rebarba, superfícies rugosas, entre outras.

Para o caso das peças com poros, identificou-se ao problema a nível do sistema de aspiração de matéria-prima. O material apresentava estes poros devido a acumulação de poeiras na matéria-prima, e quando seguiam para um dado equipamento provocava este defeito. No sentido de corrigir esta situação, aplicaram-se válvulas de limpeza quando entra o material no canal que leva a matéria-prima ao equipamento.

#### **4.2.7. SEGURANÇA, HIGIENE e AMBIENTE**

A segurança, higiene e ambiente traduzem muitas vezes, a primeira imagem de quem visita a empresa. Todos os novos colaboradores recebem uma primeira formação nestes campos para que desde logo conheçam os procedimentos e normas da empresa.

Apesar do ambiente e a segurança não terem sido uma preocupação inicial, na fase do projeto da unidade fabril, têm sido feitas correções tanto ao nível de instalações como nos equipamentos instalados. Mas é preciso ter consciência que existe sempre algo que pode ser melhorado.

Sempre que surge uma situação, devidamente identificada e causadora de possíveis acidentes, a mesma é devidamente analisada e é acionando um conjunto de medidas visando eliminar esse problema. Um problema detetado, foi as escadas que dão acesso a zonas do equipamento que se encontravam soltas. A solução encontrada foi a da fixação desses meios diretamente ao solo fabril, ou a criação de engates rápidos caso seja

necessário a sua remoção para acesso a algum ponto do equipamento que com esta não seja possível.

#### **4.2.8. TPM NOS DEPARTAMENTOS**

Apesar de ser uma atividade estendida a toda a empresa, é nos departamentos de Produção, Engenharia (Divisão Fabril) e Manutenção em que o apoio para com todos os demais se faz sentir.

Uma parte desse apoio centrou-se tanto nos planeamentos da produção em conjunto com a manutenção. Todos os dias é realizado o plano de troca de moldes/postiços, ou seja as necessidades de produção de cada produto. Foram criados planos sequenciais de troca de moldes/postiços que acarretam um menor perda na troca dessas ferramentas. Existe um plano de melhoria contínua no sentido de criar um sistema mais normalizado possível para a troca de ferramentas. Pretende-se com este sistema, que quando um equipamento avarie, seja possível trocar o molde para outra máquina, para evitar a paragem de linhas de montagem.

#### **4.3. OVERALL EQUIPMENT EFFECTIVENESS**

O programa de SGI que é utilizado pela empresa não tem a capacidade para o registo de cada um dos indicadores a seguir apresentados. Enquanto se estuda a implementação de um “Sistema de Gestão de Fábrica”, desenvolveu-se internamente, um programa que permite medir estes indicadores de forma a avaliar e acompanhar o impacto da implementação do TPM. Este programa requer que esteja um computador ligado diretamente a cada equipamento.

Como tal, aplicou-se a equipamentos de diferentes fabricantes, porque assim permite avaliar os diferentes desempenhos, e investir nos equipamentos que dão mais garantias no seu desempenho. Cada um desses equipamentos encontra-se em sectores diferentes, para que se possa avaliar o comportamento das equipas que operam em cada equipamento.

Para uma maior facilidade e simplicidade na identificação do equipamento, considerou-se a seguinte analogia, designando cada máquina de um sector com uma letra:



- Setor 1: Máquina de Injeção Automática nº32 (Fabricante: Sandretto) →A;
- Setor 2: Máquina de Injeção Automática nº100 (Fabricante: Maico) →B;
- Setor 3: Máquina de Injeção Automática nº62 (Fabricante: MIR) →C;
- Setor 4: Máquina de Injeção Automática nº81 (Fabricante: Victor) →D;

De seguida são apresentados na Tabela 1 e gráfico da Figura 19, os valores de OEE relativos ao mês de Dezembro, valores que irão servir de referência padrão para posterior comparação:

Tabela 1- Valores iniciais do OEE dos equipamentos em Dezembro de 2011

Equipamento	Disponibilidade	Velocidade	Qualidade	OEE
Equipamento A	80,8%	85,4%	83,4%	57,6%
Equipamento B	87,5%	84,9%	84,6%	62,7%
Equipamento C	87,3%	89,4%	82,7%	64,5%
Equipamento D	86,0%	89,4%	83,9%	64,5%

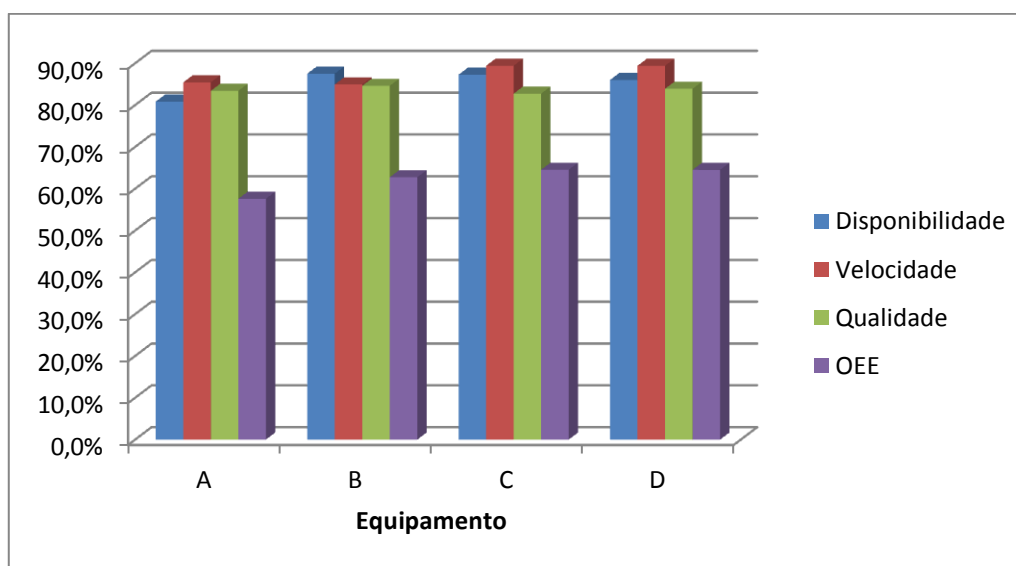


Figura 19 – Gráfico do OEE, dos equipamentos em Dezembro de 2011

## Equipamento A

O equipamento A, como já indicado é do fabricante Sandretto, com uma idade na casa dos 30 anos. É dos equipamentos mais antigos que se encontra em funcionamento, pelo que é preciso uma análise cuidada no que diz respeito a investimentos.

As melhorias realizadas neste equipamento visaram aplicar pequenas alterações com um investimento reduzido, dado ser um imobilizado já com um grande período de laboração e que já não justifica um investimento em grandes alterações/melhorias. As melhorias que foram efetuadas foram essencialmente a nível de ventilação do motor e quadro elétrico da máquina, que provoca muitas micro-paragens, devido a alarmes de temperaturas de óleo e curto circuitos de pequenos componentes elétricos.

Os resultados a nível de indicadores de TPM após sua implementação, nos 5 primeiros meses após implementação do TPM no equipamento encontram-se na Tabela 2 e no gráfico da Figura 20.

Tabela 2 - Evolução do OEE do equipamento A

Mês	Disponibilidade	Velocidade	Qualidade	OEE
Fevereiro	84,4%	87,3%	87,1%	64,2%
Março	84,1%	88,7%	86,3%	64,4%
Abril	86,3%	89,0%	84,5%	64,9%
Maio	86,8%	87,2%	86,6%	65,5%
Junho	85,8%	88,9%	87,3%	66,6%

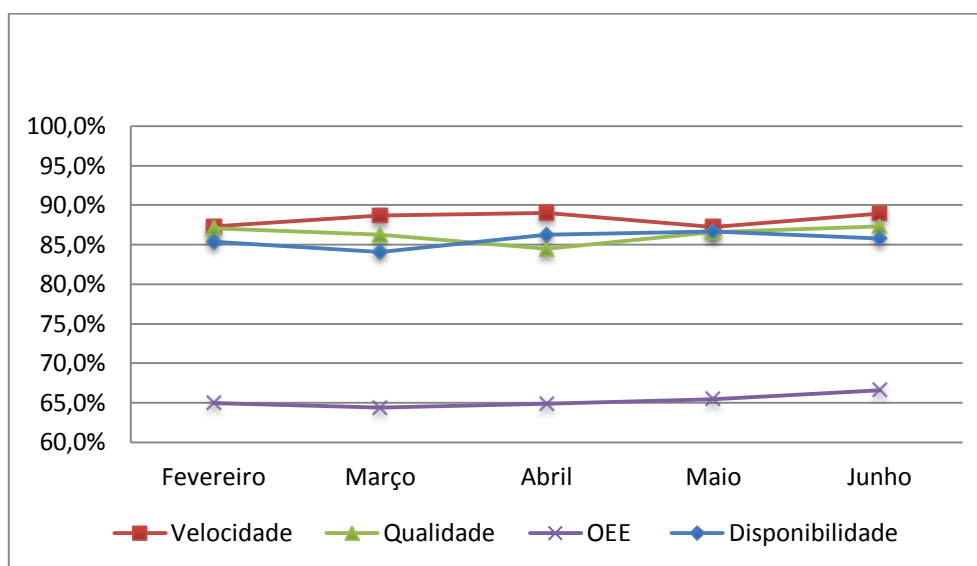


Figura 20 - Evolução gráfica do OEE do equipamento A

Verifica-se que o maior impacto está registado na disponibilidade do equipamento, muito graças à eliminação de pequenas paragens já enunciadas em cima.

## Equipamento B

O equipamento B tem como fabricante a Maico, sendo um equipamento relativamente recente (ano fabrico:2006). É um equipamento com uma força de fecho considerável dentro do parque existente, que está destinado a moldes de maior dimensão, dentro das máquinas automáticas.

Os equipamentos deste fabricante são dos mais recentes na unidade fabril, sendo que o primeiro foi instalado no início do ano de 2010. A implementação do TPM no equipamento provocou uma evolução do OEE, muito graças à evolução do indicador de qualidade, como se pode observar na Tabela 3 e gráfico da Figura 21.

Tabela 3 - Evolução do OEE do equipamento B

Mês	Disponibilidade	Velocidade	Qualidade	OEE
Fevereiro	87,4%	88,6%	85,8%	66,4%
Março	85,3%	88,0%	87,3%	65,5%
Abril	86,5%	86,7%	89,3%	67,0%
Maio	88,9%	88,1%	88,8%	69,5%
Junho	88,1%	88,3%	90,7%	70,6%

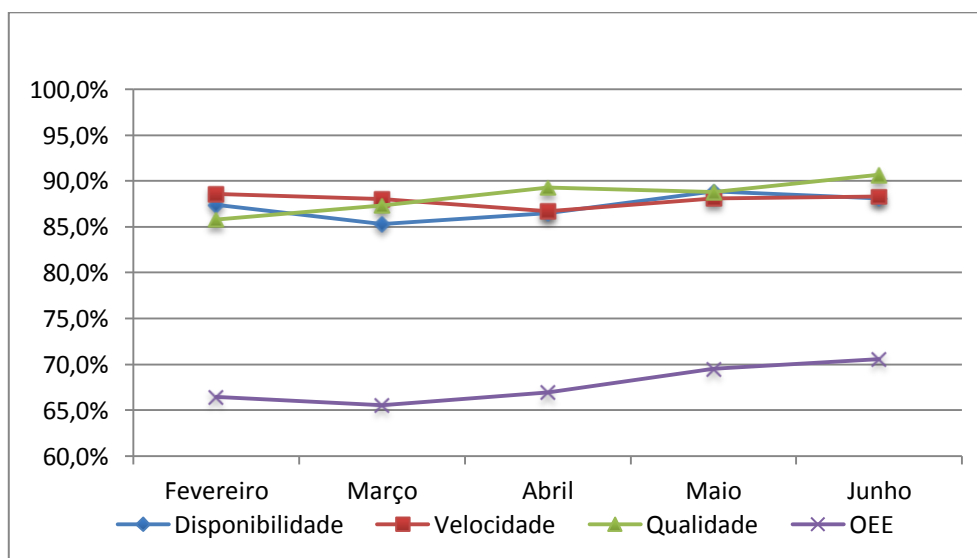


Figura 21 - Evolução gráfica do OEE do equipamento B

A evolução deste indicador é fruto do conhecimento cada vez maior do equipamento e seu funcionamento por parte de operadores.

## Equipamento C

O equipamento C (ano fabrico:2000) tem como fabricante a MIR e representa cerca de 35% do parque industrial de máquinas de injeção automáticas, é importante frisar que são de modelos diferentes. Contudo, a sua construção e princípio de funcionamento é muito similar.

O equipamento apresenta um aumento contínuo do OEE, tendo uma quebra no último mês. Os resultados após implementação do TPM no equipamento encontram-se na Tabela 4 e no gráfico da Figura 22.

Tabela 4 - Evolução do OEE do equipamento C

Mês	Disponibilidade	Velocidade	Qualidade	OEE
Fevereiro	85,4%	86,8%	88,0%	65,2%
Março	84,9%	87,6%	88,4%	65,7%
Abril	85,5%	89,5%	89,2%	68,3%
Maio	86,9%	90,1%	89,8%	70,3%
Junho	85,9%	90,1%	88,8%	68,7%

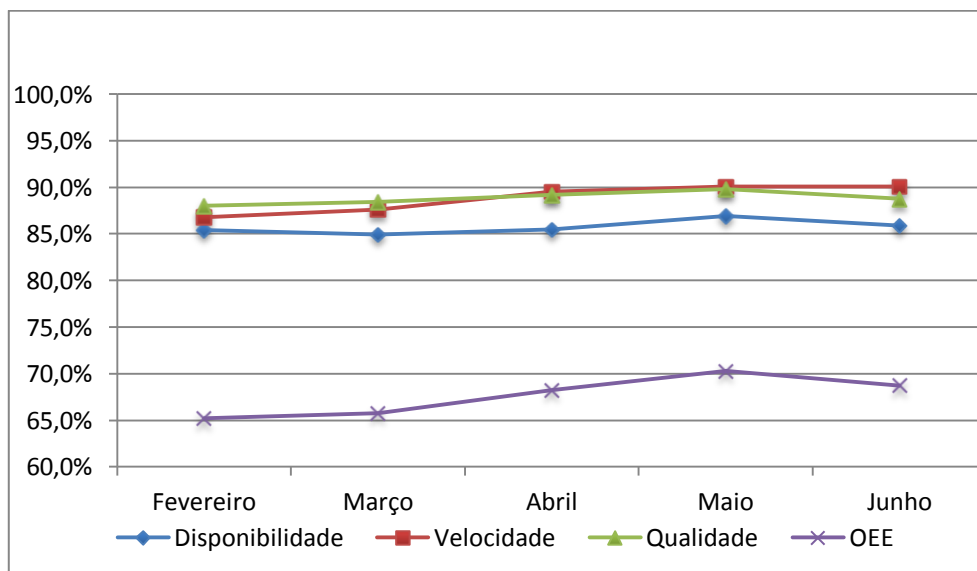


Figura 22 - Evolução gráfica do OEE do equipamento C

Uma causa identificada e após auditoria realizada ao equipamento, está no facto de a equipa responsável pela realização da manutenção autónoma daquele setor ter sofrido a perda de elementos e, consequentemente, a entrada de novos. Os novos elementos

ainda se encontram em processo de aprendizagem e não possuem ainda o conhecimento desejado do equipamento

## Equipamento D

O equipamento D (ano fabrico:2002) tem como fabricante a Victor, à semelhança do anterior, representa cerca de 35% do parque industrial de máquinas de injeção automáticas. Apesar de se encontrar em diferentes modelos, o princípio funcionamento e de construção são idênticos.

O equipamento apresenta um aumento contínuo do OEE, apresentando uma evolução por indicador também nesse sentido. Os resultados após implementação do TPM no equipamento encontram-se na Tabela 5 e no gráfico da Figura 23.

Tabela 5 - Evolução do OEE do equipamento D

Mês	Disponibilidade	Velocidade	Qualidade	OEE
Fevereiro	85,6%	87,9%	88,2%	66,4%
Março	84,8%	89,7%	88,7%	67,5%
Abril	86,1%	88,3%	90,2%	68,6%
Maio	87,3%	90,1%	90,3%	71,0%
Junho	87,9%	89,8%	89,9%	71,0%

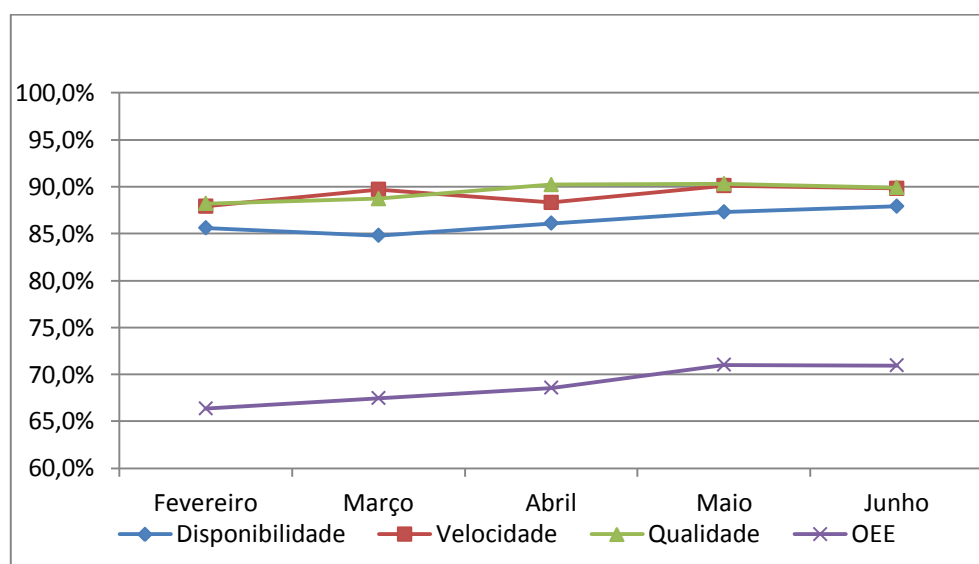


Figura 23 - Evolução gráfica do OEE do equipamento D

Numa análise geral á evolução do indicador OEE, para a totalidade dos equipamentos abordados, consegue-se observar uma evolução em todos eles. Devido ao facto de os fabricantes serem diferentes, verifica-se que a implementação do TPM nos equipamentos tem efeitos diferentes em cada um dos diferentes indicadores: disponibilidade, velocidade e qualidade.



## **5. CONCLUSÃO**

### **5.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Efetuada uma análise global do estágio desenvolvido na Oliveira & Irmão, e sua continuação, é possível afirmar que os objetivos propostos estão a ser alcançados e melhorados a cada dia que passa.

Neste trabalho, foram apresentadas as várias etapas para a implementação do TPM – Total Productive Maintenance. Dependendo da realidade da empresa, é preciso adaptar a sua implementação contudo, os objetivos a alcançar são semelhantes. Ainda que numa fase inicial, pode verificar-se que pequenas alterações e melhorias efetuadas nos vários equipamentos analisados provocaram um aumento na eficiência global dos equipamentos.

De todos os oito pilares do TPM abordados, é necessário focar a importância da manutenção autónoma. A interação que existe entre operador e o equipamento é extremamente importante, porque a atuação imediata em reaperto de peças, ações de lubrificação e mesmo em inspeções realizadas permite evitar paragens não programadas do equipamento. Com a criação de um plano de manutenção autónoma capaz de focar os pontos essenciais do equipamento, está a ser possível libertar a equipa de manutenção, introduzindo na empresa a manutenção preditiva.

Os problemas que vão sendo identificados, e utilizando o ciclo PDCA como ferramenta auxiliar para acompanhamento e resolução dos mesmos, permite a procura de uma melhor solução.

A aplicação do TPM altera de modo radical o ambiente fabril, através da promoção da organização, limpeza e arrumação das áreas de trabalho e zonas envolventes. A utilização das ferramentas 5S's permite ao colaborador uma melhor organização, alocando cada material ou ferramenta ao local que lhe está destinado, tendo sempre por perto apenas o que lhe é indispensável. A normalização permite apoiar de uma melhor forma o colaborador e para que a sua implementação tenha sucesso é necessário treino e disciplina.



A gestão visual é vista pela empresa como um ponto forte no processo de melhoria contínua. Facilita as tarefas dos colaboradores através da simplificação de processos, tornando tudo mais evidente, lógico e sequencial, através do uso de cores, símbolos entre outros. A Gestão Visual na implementação do TPM, procura dar a simplificação do processo na realização da manutenção autónoma e na inspeção, entre outros.

Dada a dimensão da empresa, e visto que a comunicação da implementação do TPM foi realizada em Maio do ano de 2011, decorreu toda uma fase de preparação até a passagem para o terreno no início do presente ano, ainda se encontra num estado inicial. Apesar da resistência encontrada inicialmente por parte de alguns colaboradores, a mentalidade está a mudar e os resultados apresentados são o primeiro ponto de viragem na mudança de mentalidade.

A formação dos colaboradores, e em especial dos novos membros, deve para além da atribuição de conhecimentos a nível do TPM, explicar a cultura que se está a implementar com esta metodologia e os benefícios que trará para todos. Só colaboradores informados e motivados conseguem levar a bom porto este projeto, e qualquer membro deve fazer parte da sua implementação.

Em síntese, a possibilidade de realizar o estágio na Oliveira & Irmão possibilitou a aquisição de conhecimentos no que diz respeito à indústria de injeção plástica. Em relação ao TPM, sendo a empresa reconhecida como uma das maiores no seu sector de mercado, procura, para além da aplicação de tecnologia avançada no fabrico e nos seus produtos, aplicar também metodologias avançadas de gestão e melhoria contínua. Foi possível verificar os benefícios pela implementação do TPM suportada pelas ferramentas abordadas. O projeto desenvolvido na Oliveira & Irmão permitiu aplicar essas mesmas ferramentas, para uma melhor compreensão das mesmas (5S's, Ciclo PDCA, Gestão Visual).

## **5.2. PRESPECTIVAS DE TRABALHO FUTURO**

Apesar de ainda não ser possível fazer o balanço do real impacto da implementação do TPM na empresa, os primeiros resultados dão provas que se estão a efetuar melhorias e a obter um melhor rendimento do desempenho global dos equipamentos. Os 8 meses

disponíveis para a realização do projeto foram um espaço temporal reduzido para a implementação de uma metodologia como o TPM. A análise em tão curto período não permite retirar conclusões sobre o real alcance do projeto, que só deverá ser possível ao fim de 3 a 4 anos.

Pretende-se num futuro próximo estender a implementação do TPM às restantes máquinas automáticas e, seguidamente, às semiautomáticas. Um outro ponto em análise trata-se da aplicação da metodologia no “Sistema de aspiração de matéria-prima” e na “Zona de reciclagem de matéria-prima”. A matéria-prima tem um impacto significativo no desempenho global do equipamento e, como tal, deve ser garantida a sua chegada ao equipamento nas melhores condições, eliminar fontes de impurezas no material, como a presença de metais ou humidade, entre outros.

De modo a ser possível realizar um acompanhamento e análise detalhada por equipamento e da sua eficiência global (OEE) e, numa escala global, da implementação do TPM, está a ser estudada a aplicação de um “Sistema de Gestão de Fábrica”. Este é um ponto importante para que possa ser feito um acompanhamento em tempo real e de forma mais viável do OEE de cada equipamento.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Venkatesh, J. 2007. An Introduction to Total Productive Maintenance (TPM). 2007.

Cabral, J. S. (2006). *ORGANIZAÇÃO e GESTÃO da MANUTENÇÃO dos conceitos à prática...* Lisboa - Porto: Lidel - edições técnicas, lda.

Carrijo, J. R., & Lima, C. R. (2006). A implementação do TPM – Total Productive Maintenance nas empresas brasileiras: uma busca pela competitividade. *XII SIMPEP*. Bauru, SP, Brasil: SIMPEP.

Coelho, J. A. (2008, Outubro). Implementação da Total Productive Maintenance (TPM) numa Empresa de Produção. Lisboa, Portugal: Instituto Superior de Engenharia de Lisboa - Departamento de Engenharia Mecânica.

Mirshawka, V. e Olmedo, M.L. (1993). Manutenção-Combate aos custos da não eficácia – a vez do Brasil. Makron Books, São Paulo.

Costa, L. G., & Ezequiel, T. A. (2011). APLICAÇÃO DA MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL PARA O ALCANCE DA SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL. *VII CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO*. Firjan - Federação das Indústrias do Rio de Janeiro.

Sampaio, C. (2001). Introdução à Manutenção Industrial. Escola Superior Nautica Infante D. Henrique.

Guiselini, N.J. (1999). A manutenção preditiva no setor sucroalcooleiro. Acedido em: 12/09/2012, em: <http://www.blogindustrial.com.br/index.php/2009/09/02/a-manutencao-preditiva-no-setor-sucroalcooleiro>

Venkatesh, J. (2003). Introduction to Total Productive Maintenance (TPM). The plant maintenance resource center.

Nakajima, S. (1988). Introduction to TPM – Total Productive Maintenance. Productivity Press, Cambridge, MA.

Wireman, T. (1998). *Developing Performance Indicators for Managing Maintenance*. Industrial Press, New York.

Smith, A.M. (1993). *Reliability Centered Maintenance*. McGraw-Hill, Boston.

Pallarchio, G.(2001). Why PM Programs Do Not Significantly Reduce Reactive Maintenance. Acedido em: 30/08/2012 em: <http://www.mt-online.com/component/content/article/132-june2001/645-why-pm-programs-do-not-significantly-reduce-reactive-mainte>

Zaions, D.R. (2003). *Manutenção Industrial com Enfoque na Manutenção Centrada na Confiabilidade*. Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

European Standard EN 13306 (April 2001) – Maintenance Terminology. CEN, Brussels.

Pinto, A.K. e Xavier, J.N. (1999). *Manutenção: função estratégica*. Qualitymark, Rio de Janeiro.

Pinto, J. P. (2009). *PENSAMENTO LEAN - A filosofia das organizações vencedoras*. Lisboa - Porto: Lidel - edições técnicas, lda.

Rodrigues, M., & Hatakeyama, K. (2006). Analysis of the fall of TPM in companies. *Journal of Materials Processing Technology* 179, 276-279.

Faro, Henrique; IEFEP. (1998). *Gestão da Manutenção - Guia do Formando*. Lisboa: IEFEP.

Fuentes, F. F. (2006). *METODOLOGIA PARA INOVAÇÃO DA GESTÃO DE MANUTENÇÃO INDUSTRIAL*. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina.

Kelly, L. H., & Barros, J. G. (2006). ANÁLISE DA IMPLEMENTAÇÃO DA MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL - UM ESTUDO DE CASO. *III SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA*, (p. 26). Resende - RJ.

Mario Brito / Eurisko - Estudos, Projectos e Consultoria, S.A. (2003, Março). Manutenção - Manual Pedagógico PRONACI. AEP - Associação Empresarial de Portugal.

Marques, P. J. (2009). Implementação de um Sistema de Manutenção Preventiva. Aveiro, Portugal: Universidade de Aveiro - DEGEI.

Martins, M. V. (2011). *ESTUDO PARA IMPLEMENTAÇÃO DA MANUTENÇÃO PRODUTIVA TOTAL EM UMA EMPRESA DO RAMO DE POLÍMEROS*. Caxias do Sul: Bento Gonçalves.

Geremia, C. F. (2001). DESENVOLVIMENTO DE PROGRAMA DE GESTÃO VOLTADO À MANUTENÇÃO DAS MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS E AO MELHORAMENTO DOS PROCESSOS DE MANUFATURA FUNDAMENTADO NOS PRINCÍPIOS BÁSICOS DO TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE (TPM). Porto Alegre, Brasil: Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Escola de Engenharia.

DQS eSolutions. (30 Outubro de 2012) Obtido de DQS eSolutions: <http://www.dqs-e.com/course/category.php?id=4>

Luis Figaro. (30 de Outubro de 2012). Obtido de luisfigaro: [http://luisfigaro.com/techblog/proj\\_mgmt/resolucao-de-problemas-o-ciclo-pdca-plan-do-check-act/](http://luisfigaro.com/techblog/proj_mgmt/resolucao-de-problemas-o-ciclo-pdca-plan-do-check-act/)

Meu Puff Ecológico. (5 de Setembro de 2012). Obtido de <http://meupuffecologico.blogspot.pt>



## Anexo A

<b><u>Máquina 65</u></b>								
Nº	Tema	ACÇÃO	RESPONSÁVEL	PARADA/ TRABALHAR	DATA PREVISTA	DATA REVISTA	ESTADO	OK/NOK
1	Manutenção Autónoma	Tirar Foto de Equipa e colocar no quadro TPM	Tiago Henriques	TRABALHAR	16-03-2012		PDCA	OK
2	Manutenção Autónoma	Criação de Caixa e etiquetas para cada estágio das etiquetas de anomalias	Tiago Henriques	TRABALHAR	16-03-2012		PDCA	OK
3	Geral	Marcar numa folha A3 as acções previamente levantadas - REUNIÃO PRELIMINAR.	Tiago Henriques	TRABALHAR	16-03-2012		PDCA	OK
4	Manutenção Preventiva	Identificação dos pontos de fuga/problemáticos do equipamento e reparar GERAL	Equipa TPM - MI	PARADA	16-03-2012		PDCA	OK
5	Manutenção Autónoma	Criação de etiquetas com simbologia para Manutenção Autónoma e aplicação na máquina em curso	Tiago Henriques	TRABALHAR	16-03-2012		PDCA	OK
6	Manutenção Autónoma	Crear o plano de manutenção autónoma e Identificar (título)	Tiago Henriques	TRABALHAR	16-03-2012		PDCA	OK
7	Manutenção Autónoma	Crear folha de registo de auditoria de MA	Tiago Henriques	TRABALHAR	16-03-2012		PD	
8	Kobetsu	Nova folha de registo de micro-paragens da máquina caso se justifique	Equipa TPM - PR	TRABALHAR	16-03-2012		PD	
9	Kobetsu	Criação da normas de procedimentos a ter com maquina e periféricos	Tiago Henriques	TRABALHAR	16-03-2012		PDCA	OK
10	Manutenção Autónoma	Crear Exemplos Antes e Depois para as principais melhorias	Tiago Henriques	TRABALHAR	16-03-2012		PDCA	OK
11	Manutenção Preventiva	Identificar todos os periféricos da maquina com o numero da maquina	Equipa TPM - PR	TRABALHAR	16-03-2012		P	
12	Manutenção Autónoma	Medir tempo de manutenção autónoma nas maquinas com TPM	Marco Luzia / Tiago henriques	TRABALHAR	16-03-2012	23-03-2012	PD	
13	Manutenção Autónoma	Sinalizar manómetros, tubagens e componentes da máquina de acordo com as normas em vigor acordadas	Equipa TPM - MI Picasso	TRABALHAR	16-03-2012		PDCA	OK
14	Manutenção Autónoma	Crear identificação para caixa de bicos /ferramentas / pernos / outros acessórios de injeção colocados em posição ergonómica	Equipa TPM - PR	TRABALHAR	16-03-2012		PDCA	OK
15	Manutenção Autónoma	Crear posto de Limpeza Piloto e exemplar - (Panos de Limpeza; Sonasol; Vassoura e apanhador) - o posto de limpeza deve estar identificado com uma foto de exemplo	Equipa TPM - PR	TRABALHAR	16-03-2012		PDCA	OK
16	Melhoria Continua	Subir a maquina colocando bases por baixo	Equipa TPM - MI	PARADA	16-03-2012		PDCA	OK
17	Manutenção Autónoma	Marcar posição para posto de qualidade	Equipa TPM - PR Picasso	TRABALHAR	16-03-2012		PDCA	OK
18	Manutenção Autónoma	Reparação do POSTO DE QUALIDADE	Equipa TPM - MI	TRABALHAR	16-03-2012		N/A	
19	Manutenção Autónoma	Marcar posição do termorregulador	Equipa TPM - PR Picasso	TRABALHAR	16-03-2012		P	
20	Manutenção Autónoma	Definir e marcar posição do posto de ensaio	Equipa TPM - PR Picasso	TRABALHAR	16-03-2012		N/A	
21	Manutenção Autónoma	Definir e marcar posição da escada (Avaliar a necessidade de comprar)	Equipa TPM - PR Picasso	TRABALHAR	16-03-2012		P	
22	Manutenção Autónoma	Remarcar posição para o contendor de pigmento	Equipa TPM - PR Picasso	TRABALHAR	16-03-2012		N/A	
23	Manutenção Autónoma	Definir e marcar posição da estufa	Equipa TPM - PR Picasso	TRABALHAR	16-03-2012		N/A	
24	Melhoria Continua	Pintar suportes de óleo do dreno	Equipa TPM - MI	TRABALHAR	16-03-2012		PDCA	OK
25	Manutenção Autónoma	Marcar Posição dos Pés da máquina	Equipa TPM - MI Picasso	TRABALHAR	16-03-2012		N/A	
26	Geral	Colocar fitas para verificação se os motores estão a trabalhar	Equipa TPM - MI	PARADA	16-03-2012		PDCA	OK
27	Geral	Sensibilizar os operadores do PR para não arrancarem as fitas	Ricardo Pesqueira	TRABALHAR	16-03-2012		PDCA	OK
28	Kobetsu	Colocar filtro na ventilação dos motores da máquina em curso	Equipa TPM - MI	TRABALHAR	16-03-2012		PDCA	OK
29	Manutenção Autónoma	Passar o bidon de dreno de óleo do prato móvel para a face da máquina	Equipa TPM - MI	PARADA	16-03-2012		PDCA	OK
30	Manutenção Autónoma	Remover válvula de passagem do tabuleiro de dreno de óleo do plano móvel - (aumentar diâmetro do tubo)	Equipa TPM - MI	PARADA	16-03-2012		PDCA	OK
31	Manutenção Autónoma	Colocar manómetro para teste de lubrificação manual	Equipa TPM - MI	PARADA	16-03-2012		PDCA	OK
32	Melhoria Continua	Colocar corrente no tampão do tubo hidráulico se não tem	Equipa TPM - MI	TRABALHAR	16-03-2012		PDCA	OK
33	Manutenção Preventiva	Avaliar utilização de mangueiras cravadas para passagem de água fria e quente (HELIFLEX - Sr. Carvalho)	Equipa TPM - MI	TRABALHAR	16-03-2012		PDCA	OK



34	Melhoria Contínua	Fazer abertura no tubo de protecção para saída fácil do termoregulador.	Equipa TPM - PR	TRABALHAR	16-03-2012		N/A	
35	Melhoria Contínua	Melhorar cablagem que liga aos periféricos	Equipa TPM - MI	PARADA	16-03-2012		PDCA	OK
36	Manutenção Autónoma	Passar cabo da caixa de controladores por trajecto fixo preso à máquina e reparar controladores se estiverem avariados	Equipa TPM - MI	PARADA	16-03-2012		PDCA	OK
37	Manutenção Autónoma	Arranjar ficha de radiais Inferior e Superior (cablagem)	Equipa TPM - MI	PARADA	16-03-2012		PDCA	OK
38	Manutenção Autónoma	Ligar linha de massa da estrutura dos tubos de inox ao plano de matéria prima	Equipa TPM - MI	PARADA	16-03-2012		PDCA	OK
39	Melhoria Contínua	Colocar mangueira helicoidal no tubo de saída da tremonha	Equipa TPM - MI	PARADA	16-03-2012		PDCA	OK
40	Geral	Adquirir e aplicar aspirador de pigmento	Pesqueira	PARADA	16-03-2012		N/A	
41	Melhoria Contínua	Ligar ar ao pigmentador	Equipa TPM - MI	PARADA	16-03-2012		PDCA	OK
42	Melhoria Contínua	Colocar e fixar suporte p/ Controlador pigmentador	Ramos	PARADA	16-03-2012		PDCA	OK
43	Manutenção Autónoma	Colocar botão de on/off do controlador de pigmento num ponto de fácil acesso	Equipa TPM - MI	PARADA	16-03-2012		PDCA	OK
44	Geral	Sistema para remover o pigmento do pigmentador após produção	Marco Luzia	TRABALHAR	16-03-2012	29-03-2012	PD	
45	Melhoria Contínua	Mudar correção e posição do pigmentador	Ramos	PARADA	16-03-2012	29-03-2012	PD	
46	Melhoria Contínua	Colocar suporte e foto para o tubo do aspirador de pigmento	Equipa TPM - MI	TRABALHAR	16-03-2012		PDCA	OK
47	Manutenção Autónoma	Reparar apoios do guiamento da porta (empenados)	Equipa TPM - MI	PARADA	16-03-2012		PDCA	OK
48	Melhoria Contínua	Recolocar as borrachas anti esmagamento na porta	Equipa TPM - MI	PARADA	16-03-2012		PDCA	OK
49	Manutenção Autónoma	Batente da porta Empenado ou rosca estragada	Equipa TPM - MI	PARADA	16-03-2012		PDCA	OK
50	Manutenção Autónoma	Estender guia de abertura da porta principal (acesso difícil à zona posterior da máquina)	Equipa TPM - MI	PARADA	16-03-2012		PDCA	OK
51	Melhoria Contínua	Avaliar retirada de tampa do grupo hidráulico	Equipa TPM - MI	TRABALHAR	16-03-2012		PDCA	OK
52	Melhoria Contínua	Fixar aparadeira por baixo da joelheira	Equipa TPM - MI	PARADA	16-03-2012		N/A	
53	Manutenção Autónoma	Limpeza e identificação da mesa de trabalho da máquina em curso (retirar etiquetas, identificar a área...) Colocar uma mola para pendurar as folhas	Equipa TPM - PR	TRABALHAR	16-03-2012		PDCA	OK
54	Manutenção Autónoma	Garantir a esquadria dos moldes na máquina colocando posicionadores nos moldes	Ramos	PARADA	16-03-2012	03-05-2012	PD	
55	Manutenção Autónoma	Alteração do Comando das bombas hidráulicas (arranque/paragem) em simultâneo nos dois órgãos (a replicar nas outras máquinas)	Equipa TPM - MI	PARADA	16-03-2012	29-03-2012	PD	
56	Melhoria Contínua	Substituir as régua de deslize da rampa	Equipa TPM - PR	PARADA	16-03-2012		PDCA	OK
57	Melhoria Contínua	Colocar tubo preto de protecção de acordo com a decisão do PR	Equipa TPM - MI	TRABALHAR	16-03-2012		PDCA	OK
58	Melhoria Contínua	Colocar protecção do disjuntor	Equipa TPM - MI	PARADA	16-03-2012		PDCA	OK
59	Melhoria Contínua	Colocar calha no transportador para cabos eléctricos e substituir cabos que andam no chão	Equipa TPM - MI	PARADA	16-03-2012		PDCA	OK
60	Melhoria Contínua	Colocar corte na linha de ar comprimido que alimenta os periféricos	Equipa TPM - MI	PARADA	16-03-2012		PDCA	OK
61	Melhoria Contínua	Criar batente e referencial para o transportador com posição fixa	Marco Luzia	TRABALHAR	16-03-2012		PDCA	OK
62	Melhoria Contínua	Fazer rampa que permita ser regulada para os 2 lados	Marco Luzia	PARADA	16-03-2012	29-03-2012	PD	
63	Melhoria Contínua	Colocar indicador de espessura no molde	Equipa TPM - MI	PARADA	16-03-2012		PDCA	OK
64	Melhoria Contínua	Colocar botoneira de paragem de emergência no transportador	Equipa TPM - MI	PARADA	16-03-2012		PDCA	OK
65	Manutenção Autónoma	Colocação das mantas na camara de injeção	Equipa TPM - MI	PARADA	16-03-2012	23-03-2012	PD	
66	Manutenção Autónoma	Controlar os tempos de lubrificação na injeção	Equipa TPM - MI	TRABALHAR	16-03-2012		N/A	
67	Manutenção Autónoma	Verificar alarme da máquina e se necessário reparar o sistema de alarme	Equipa TPM - MI	PARADA	16-03-2012		PDCA	OK
68	Melhoria Contínua	Luz de power supply fundida. Desligada com a máquina a trabalhar. Substituir	Equipa TPM - MI	PARADA	16-03-2012		PDCA	OK
69	Kobetsu	Aplicar Loctite (thread-lock) nos parafusos (com molas)	Equipa TPM - PR	PARADA	16-03-2012		PDCA	OK
70	Melhoria Contínua	Colocar parafusos com orelhas para regular a extracção	Equipa TPM - MI	PARADA	16-03-2012		PDCA	OK
71	Manutenção Autónoma	Colocar etiquetas vermelhas para as acções que não se consigam fazer no evento	Equipa TPM - MI/PR	TRABALHAR	16-03-2012		PDCA	OK
72	Kobetsu	Alterar ponteiros dos cilindros de cravamento para se adaptarem ao formato dos moldes	Equipa TPM - PR	TRABALHAR	16-03-2012		N/A	
73	Manutenção Autónoma	Aumento altura dos pés da máquina	Equipa TPM - PR	PARADA	16-03-2012		N/A	
74	Melhoria Contínua	Analisar mangueiras de óleo - Substituir mangueiras estragadas.	Equipa TPM - MI	PARADA	16-03-2012		PDCA	OK
75	Kobetsu	Fugas de óleo: 1 - No cilindro da extração	Equipa TPM - MI	PARADA	16-03-2012		PDCA	OK

## Anexo B

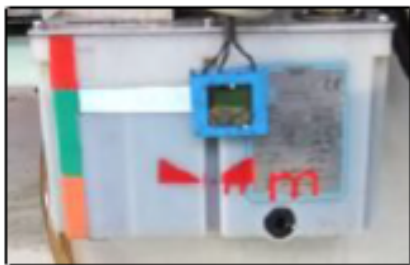

[illegible]

## 1. OBJECTIVO

Normalização dos constituintes das máquinas.

Simplificar a identificação dos constituintes e periféricos, para que os colaboradores possam assimilar mais facilmente toda a envolvente da respectiva máquina.

## 2. Níveis

	<p><b>2.1 – Óleo Lubrificação</b></p> <p>Existe em cada máquina um reservatório destinado ao óleo de lubrificação. No mesmo, está pintado uma escala representativa do nível “mínimo” (laranja), “recomendável” (verde) e “máximo” (vermelho).</p> <p>Deve-se ter em atenção o nível do reservatório, para que a máquina possa trabalhar nas melhores condições. Um excesso de óleo de lubrificação, pode originar a deterioração prematura de vedantes, componentes de regulação, órgãos de máquina e ineficiência na refrigeração do óleo. Uma escassez...</p>
	<p><b>2.2 – Óleo Hidráulico</b></p> <p>Existe em cada máquina uma “visor” que permite verificar qual o nível do óleo hidráulico. Ao lado deste visor está pintada na máquina uma pequena escala representativa do nível “mínimo” (laranja), “recomendável” (verde) e “máximo” (vermelho).</p>

## 3. Quadros eléctricos

Para uma correcta ventilação dos quadros eléctricos foi efectuada uma distinção entre o sistema de aspiração e sistema de respiro. O objectivo passa por facilitar a tarefa do operador na hora da substituição de filtros, dando a conhecer em que sistemas se deve colocar ou não os filtros.





### 3.1 Quadros eléctricos

O sistema de aspiração quer dos quadros eléctricos das máquinas, robôs e outros que assim o justifiquem, passará a apresentar cor amarela. O sistema de respiro continuará com a sua cor normal. Evita-se assim o colocar de filtros em locais onde o seu uso não é necessário nem aconselhável.

Na figura ao lado podemos observar alguns exemplos, onde já foi aplicada.

## 4. Motores Eléctricos

A fim de se obter uma melhor ventilação dos motores eléctricos foram colocados filtros nas tampas dos mesmos, com o intuito de impedir a passagem de sujidade para o seu interior. Espera-se que com a aplicação deste sistema se consiga tirar um melhor rendimento dos motores. Como existe uma grande diversidade de diâmetros das tampas de motores, e para facilitar ao operador aquando da troca do filtro, foi criado um código de cores.



### 4.1 Código de cores


No motor foram colocados autocolantes conforme apresentados na imagem à esquerda, que visam dar a conhecer ao operador, para além do sentido de rotação do motor, o tamanho do filtro a substituir. A cor de fundo dos respectivos autocolantes, pode ser encontrada nas laterais dos respectivos filtros, sendo que a uma cor corresponde um e um só diâmetro.





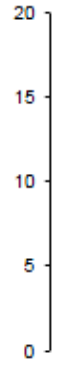
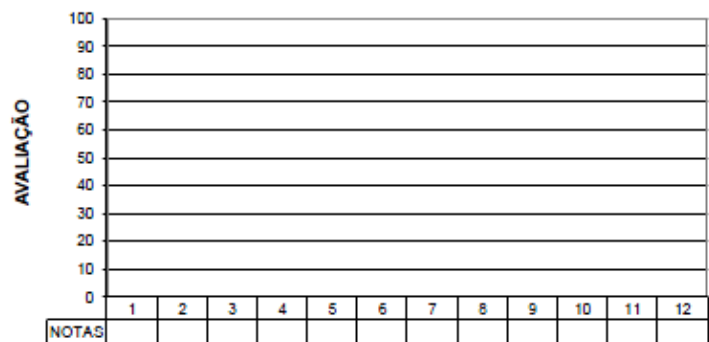
### 4.2 Carrinho de abastecimento

O abastecimento dos filtros será feito pelo MI. Os mesmos serão colocados num carrinho que está instalado junto à "Bancada de Ensaio de Válvulas". Os filtros apresentarão nas laterais, uma mancha com as cores que se encontram nos motores para o operador identificar mais facilmente o tamanho do filtro que deve colocar.

Como ficou definido, no plano de manutenção autónoma a substituição de filtros será realizada na última semana de cada mês. Os filtros usados terão como fim o lixo comum.

Formação de Colaboradores						
Matriz de Competências		Colaboradores				
Tipo	Tarefas	Manutenção Preventiva	Conservação e Reparação	Moldes e Ensaios	Operadores de Máquinas	
Geral	Funcionamento geral do Ciclo de Injecção	x	x	x	x	Criação de Apresentação de funcionamento dos equipamentos
Mecânica	Depuração de Óleo	x				Criar norma de depuração (colocar em funcionamento)
Geral	Verificação visual do Óleo	x	x	x	x	Criar norma visual de níveis de qualidade de óleo
Geral	Isolamento e sinalização de área de Intervenção	x	x	x	x	Verificar impurezas e através de decantação
Mecânica	Nivelamento do equipamento					Análise de viscosidade
Mecânica	Montar e Desmontar Bases de Comparador	x				Criar norma
Mecânica	Procedimento de afinação de prato (manual e automático)	x				Norma para nivelar a máquina
Mecânica	Procedimento de afinação de paralelismo	x				Norma Visual Simples
Mecânica	Procedimento de movimentação de carro da máquina	x				Garantir que os comparadores estão na perpendicular das colunas
Mecânica	Limpeza, inspecção e reparação do sistema de abastecimento de MP (tremonha)	x	x	x	x	Norma de limpeza inspecção e reparação à tremonha
Mecânica	Limpeza, inspecção e lubrificação de patins e guias	x	x	x	x	Norma de limpeza inspecção
Mecânica	Rectificação de rasgos ou furos					Definir procedimento
Mecânica	Procedimento de inspecção e substituição da válvula de injecção	x	x			Criar Norma de inspecção da ponteira
Mecânica	Procedimento de inspecção e substituição da anilha de anti-retorno	x	x			Criar Norma de inspecção da anilha anti-retorno
Mecânico/Elétrico	Inspeção, reparação e termo-regulador	x	x			Procedimento de reparação do termo-regulador
Mecânico/Elétrico	Troca do termo-regulador	x	x	x	x	Norma visual da troca de termo-reguladores
Mecânica	Verificar pressão do óleo de lubrificação e fugas nos acessórios do joelho			x	x	Criar norma de verificação e definição do tempo de impulso
Mecânica	Procedimento de Limpeza e lubrificação de colunas	x	x			
Mecânica	Procedimento de limpeza e lubrificação de guias do robot (3 eixos)	x	x			
Mecânica	Limpeza e lubrificação das guias de extração	x	x			
Mecânica	Inspeção e reparação de Mangueiras de água	x	x	x	x	

Anexo E

AUDITORIA MANUTENÇÃO AUTÓNOMA NÍVEL 1								Operador acompanhante:	Máquina:	Data:				
								Encargado acompanhante:	Secção:	Auditor:				
SS	Nº	Factor a verificar	Critério de Avaliação	Valorização					CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO	AVALIAÇÃO ANTERIOR	AVALIAÇÃO ACTUAL			
				Muito mau	Mau	Médio	Bom	Excelente						
				0	1	2	3	4						
EQUIPA	1	Membros	Os membros da equipa estão claramente definidos								0			
	2	Formação												
	3	Responsabilidades	As responsabilidades estão claramente definidas											
	4	Plano de acção	Existe um plano de acção visual, visível e actualizado											
	5	Reuniões	A equipa reúne-se semanalmente, e em cada reunião cria-se um relatório											
LIMPEZA 1ª FASE	6	Triagem	Os materiais desnecessários foram eliminados						 <p><b>OBJECTIVO POR FASE: 20</b></p>					
	7	Condições de limpeza	Existem materiais de limpeza											
	8	Mesa de trabalho	As mesas de trabalho estão organizadas											
	9	Documentação	Os documentos úteis estão acessíveis, identificados e actualizados. Os inúteis foram eliminados											
	10	Mecânica	Parafusos, porcas, correntes rolamentos e acoplamentos encontram-se limpos											
LIMPEZA 2ª FASE	11	Lubrificação	Materiais de lubrificação, recipientes e uniões estão limpas e identificadas											
	12	Pneumática e Hidráulica	Componentes hidráulicos, ar comprimido, cilindros pneumáticos, tubos, válvulas e uniões limpas e identificadas											
	13	Elétricas	Motores elétricos, fins de curso, sensores, ligações à terra, células fotoeléctricas, ... limpas e identificadas											
	14	Mostradores e controladores	Voltímetros, amperímetros, termómetros, interruptores, painéis de comando, manómetros e níveis identificados											
	15	Plano de Limpeza Teórico	Tempo, responsável, zona, método y frecuencia claramente definidas											
RESOLUÇÃO DE ANOMALIAS	16	Segurança	Deteção de anomalias e reposição das condições básicas de segurança									<p><b>EVOLUÇÃO MENSAL</b></p> 		
	17	Elétricas	Deteção de anomalias e reposição das condições básicas											
	18	Mecânicas	Deteção de anomalias e reposição das condições básicas											
	19	Lubrificação	Deteção de anomalias e reposição das condições básicas											
	20	Pneumática e Hidráulica	Deteção de anomalias e reposição das condições básicas											
GESTÃO VISUAL	21	Quadro PDCA	O quadro PDCA tem todas as informações actualizadas											
	22	Etiquetas Vermelhas	Utilizam-se para detectar anomalias, colocam-se na máquina e ligam-se ao plano de acções											
	23	Indicadores	Os indicadores de anomalias, OEE e detalhe de perdas existe, está visível e actualizado											
	24	Exemplos e Normas	Existem exemplos de fontes de sujidade e locais de acesso difícil											
	25	SS	O equipamento e as áreas envolventes estão identificados de acordo com as regras dos SS											
<p><b>PONTOS A MELHORAR:</b></p>														



## RELATÓRIO TG\_OI\_06/12

Termografia - QM1, QM2, QM3 e QM4



Elaborado para:

**Oliveira & Irmão SA**  
Variante da Cidade, Apartado 705  
3801-851 Aveiro / Portugal

NIF: 500 578 737

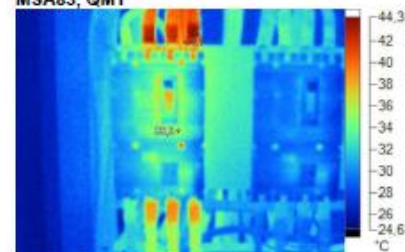
Inspector: Engº Filipe Santos [fsantos@oli.pt](mailto:fsantos@oli.pt)

Serviço:

Inspeção termográfica em campo, tratamento das imagens térmicas e elaboração de relatório para análise e implementação de acções correctivas.

## Inspeção termográfica - Relatório TG\_OI\_06/12

MSA83, QM1



QM1\_MSA83.IS2

21/6/2012 17:17:58

Aquecimento anormal nos cabos de alimentação do s'juntor.  
Verificar aperto dos terminais/bornes, medir consumo e corrigir se necessário.

### Informações da imagem

Emissividade	0,95
Modelo da câmara	TI9
Número de série da câmara	TI9-12020674
Fabricante da câmara	Fluke

### Marcadores da imagem principal

Nome	Temperatura	Emissividade
Ponto central	35,3°C	0,95
Quente	44,1°C	0,95

Data: 29/06/2012





